

TROPICULTURA

2004 Vol. 22 N° 3

Trimestriel (juillet – août – septembre)

Driemaandelijks (juli – augustus – september)

Se publica por año (julio – agosto – septiembre)



Récolte de piment dans la région de Guntur, Andhra Pradesh, Inde: les fruits sont triés selon leur qualité. Crédit: Patrick Van Damme.

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruysse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de la

Direction générale de la Coopération au Développement DGCD
www.dgdc.be

Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement
www.diplobel.fgov.be

et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS
www.dgdc.be

Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking
www.diplobel.fgov.be

en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

- Etude du comportement des cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et de piment (*Capsicum annuum* L.) conduites en lignes simples et lignes jumelées sous serre
 Studie van het plantgedrag van tomaat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en van paprika (*Capsicum annuum* L.) gekweekt in enkel- of dubbel-lijn-verband in groeikas-omstandigheden
 Seguimiento y estudio de la evolución de los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y ají (*Capsicum annuum* L.) manejados en surcos simples y asociados bajo condiciones de invernadero
K. Ben Mbarek & A. Boujelben 97
- Etude des marges dans les circuits de commercialisation du porc au Cameroun
 Studie van marges in commerciële circuits van varkens in Kameroen
 Estudio de márgenes beneficiarios en la cadena de valor del cerdo en Camerún
G. Ndébi, Bernadette Dia Kamgnia & J. Tchoumboué 104
- Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire à l'œstrus induit chez les femelles zébu 'Goudali'
 Toepassing van echografie in de studie van de folliculaire dynamiek bij geïnduceerde oestrus bij koeien van het Goudali zeburas
 Aplicación de la ecografía para el estudio de la dinámica de la fase folicular del estro inducido en las hembras del cebú 'Goudali'
W. Pitala, H. Boly, M. Zongo, I. Coulibaly, Noelita M. Sousa, L. Sawadogo, P. Leroy & J.F. Beckers . 110
- Evidence for Non-Transmission of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) through Rice Seed
 Evidence de la non-transmission du virus de la panachure jaune du riz par la semence du riz
 Klaarblijkelijkheid van de niet overdracht van het virus van de gele spikkel via rijstkoren
 Evidencia de la no trasmisión del virus del moteado amarillo del arroz (RYMV) por la semilla del arroz
M.E. Abo, M.D. Alegbejo, A.A. Sy & A. Afolabi 116
- Effects of Crop Sanitation and Ridomil MZ Applications on Late Blight Severity and Tomato Yields in Cameroon
 Effets de l'effeuillage sanitaire et des traitements au Ridomil MZ sur la sévérité du mildiou et le rendement de la tomate au Cameroun
 Effect van het sanitair verwijderen van bladeren en de behandeling met Ridomil MZ op de ernst van meeldauw en het rendement van de tomaat in Kameroen
 Efectos de la defoliación sanitaria y los tratamientos con Ridomil MZ sobre la severidad del mildiú y el rendimiento del tomate en Camerún
D.A. Fontem, P.C. Younyi & M.N. Suh 122
- Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: effets de quelques plantes, d'aliments concentrés et de la teneur en calcium alimentaire sur la croissance d'*Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors-sol en bâtiment
 Eetbare slakken van Ivoorkust: effect van enkele planten, van krachtvoerders en van het voedergehalte aan calcium op de groei van *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in een gesloten niet grondgebonden kweekstelsel
 Los caracoles comestibles de Costa de Marfil: efectos de algunas plantas, alimentos concentrados y el contenido en calcio alimenticio en el crecimiento de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) criada en condiciones controladas
A.Otchoumou, Mathilde Dupont-Nivet & H. Dosso 127
- Caractères de reproduction et mortalité des jeunes moutons Toronké à la station de recherche zootechnique de Kayes
 Voortplantingskarakteristieken en sterfte van jonge Toronké schapen op het researchstation van Kayes
 Caracteres de reproducción y mortalidad de los corderos toronké en la estación de investigación zootécnica de Kayes
A. Kouriba, H. Nantoumé & D. Togola 134
- Inventaire et identification des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun
 Inventaris en identificatie van honingplanten op het Soudano-guineese altiplateau van West Kameroen
 Inventario e identificación de las plantas melíferas de la zona sudanesa-guineana de altura del oeste camerunés
Delphine Nguemo Dongock, J. Foko, J.Y. Pinta, L.V. Ngouo, J. Tchoumboué & P. Zango 139
- Physiological Response of Local and Saanen x Local Cross Goats during the Late Rainy Season in North-eastern Brazil
 Réponse physiologique chez les caprins de race locale et croisés Saanen x race locale pendant la saison pluvieuse tardive au nord-est du Brésil
 Fysiologische respons bij geiten van het lokale ras en gekruiste Saanen x lokaal ras gedurende het late regenseizoen in het Noordoosten van Brazilië
 Respuesta fisiológica en los caprinos de razas local y cruzada 'Saanen x raza local' durante la estación de las lluvias tardías en el noreste del Brasil
D. Rondina, V.J.F. Freitas, E.S. Lopes Júnior, S. Mura, P. Degli & A. Giorgetti 146
- Recherche et étude comparative des activités protéasiques des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) et de son champignon symbiotique *Termitomyces* sp.
 Research en vergelijkende studie van protease-activiteiten van neutrale kasten van de termiet *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) en van zijn symbiotische schimmel *Termitomyces* sp.
 Investigación y estudio comparativo de las actividades de las proteasas en las castas estériles de la termita *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) y su hongo simbiótico *Termitomyces* sp.
L.P. Kouamé, P.A. Yapó, S.L. Niamké & A. Kamenan 151
- ### NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS
- Apiculture, source de diversification des revenus des petits agriculteurs: cas du bassin cotonnier en Centrafrique
 Bijenteelt als bron van diversificatie van de inkomsten van kleinschalige landbouwers in het katoenbekken van Centraal Afrikaanse Republiek
 Apicultura, fuente de diversificación de los ingresos de los pequeños agricultores: caso de la cuenca algodонера en la República Centroafricana
E. Mbéti-Bessane 156
- ### DANS LES UNIVERSITES.../UIT DE UNIVERSITEITEN.../ EN LAS UNIVERSIDADES...
- Conséquences socio-économiques de la gestion des ressources naturelles: cas de pêcheries dans les lacs d'Ayamé et de Buyo (Côte d'Ivoire)
 Socio-economische gevolgen van het beheer van natuurlijke hulpbronnen : het geval van de visserijen van de meren van Ayamé en Buyo (Ivoorkust)
 Consecuencias socioeconómicas de la gestión de los recursos naturales: caso de las pesquerías en las lagunas de Ayamé y Buyo (Costa de Marfil)
A.F. Vanga 159

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Etude du comportement des cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et de piment (*Capsicum annuum* L.) conduites en lignes simples et lignes jumelées sous serre

K. Ben Mbarek* & A. Boujelben

Keywords: Tomato- Red pepper- Agronomic parameters- Water efficiency

Résumé

Les cultures de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) et de piment (Capsicum annuum L.) sous serre, sont très développées en Tunisie. L'irrigation localisée au goutte-à-goutte y a permis des économies en eau. D'autres modes de conduite des cultures, entre autre la plantation en lignes jumelées combinée avec l'irrigation localisée, pourraient améliorer la gestion de l'eau d'irrigation. Dans cet objectif, nous avons réalisé un essai expérimental sur deux cultures sous serre, plantées en lignes simples et en lignes jumelées, irriguées au goutte-à-goutte avec des doses simples et des doses doubles en eau d'irrigation. Certains paramètres agronomiques, en l'occurrence la hauteur du plant, le nombre et le calibre des fruits, la production cumulée, la précocité et la productivité du mètre cube d'eau d'irrigation, ont été étudiés. La culture du piment, avec un écartement de 80 cm entre les lignes, a donné les résultats les plus performants avec des lignes simples et des simples doses d'irrigation. Par contre, la culture de tomate en rangs doubles avec un écartement de 90 cm entre les lignes et double apport d'eau, a donné la meilleure récolte en quantité, qualité et précocité. L'efficacité de l'eau d'irrigation est meilleure dans le cas des lignes jumelées qui ont reçu de simples doses.

Summary

Behaviour Study of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Crops under Greenhouse Conditions Conducted in Single and Twinned Rows

Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) and red pepper (Capsicum annuum L.) crops under greenhouse conditions and drip irrigation are widely developed in Tunisia. Although, it is known that drip irrigation permitted some water savings. Other cultural techniques such as single or twinned planting rows combined with drip irrigation system could improve the water management. In this aim we have conducted an experimental trial under greenhouse adopting drip irrigation with simple and double amounts of water and single and twinned planting rows. Some agronomic traits in the occurrence the height of plants, the fruit number and yield per plant, the precocity and the water efficiency were studied. The red pepper culture with a spacing of 80 cm between lines, gave the best results in the simple row and simple amount of irrigation treatment. On the other hand, tomato, in twinned rows (90 cm among rows) with double amount of water gave the best reaps in yield and more precocious. Whereas the higher water irrigation efficiency was obtained for the treatment combining the twinned planting rows and simple amount of water.

Introduction

Dans certaines régions arides et semi-arides, caractérisées par une variation spatio-temporelle de la pluviométrie, l'eau devient de plus en plus rare. En Tunisie, si d'un côté les efforts ont été déployés pour la mobilisation des ressources hydrauliques, de l'autre côté, la demande en eau est de plus en plus importante suite à un accroissement démographique

rapide, une urbanisation accélérée, une diversification des activités économiques, une intensification de l'agriculture et une extension des périmètres irrigués. L'irrigation consomme à elle seule plus de 83% des ressources en eau mobilisées (9). Une stratégie nationale d'économie en eau s'est imposée pour assurer la durabilité des ressources en eau et leur utilisation.

* Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage 4042, Chott Mariem, Tunisie.
Tel. 73 348544, 73348546. Fax : 73348716. E-Mail: benmbarekkamel@yahoo.fr
Reçu le 01.10.03. et accepté pour publication le 28.01.04.

Le rationnement en eau d'irrigation s'est montré non rentable du fait qu'il entraîne une nette baisse du rendement et de la production commercialisable (7). Cependant, d'autres techniques appliquées isolément ou en combinaison, peuvent induire des économies en eau d'irrigation. Citons ainsi le choix adéquat de la technique d'irrigation permettant l'ajustement précis des doses d'arrosage, la répartition homogène de l'eau administrée, l'alimentation hydrique régulière de la plante sous un faible potentiel de l'eau dans le sol, l'application des techniques culturales, en l'occurrence la plantation en lignes jumelées pour les espèces qui s'y prêtent et le recours aux variétés tolérantes au stress hydrique.

A travers le monde, l'irrigation localisée au goutte-à-goutte est réputée comme étant une technique contribuant à la résolution partielle du problème de pénurie d'eau. En effet, elle est dotée d'une efficacité assez élevée (80 à 90%) en comparaison avec celle de l'irrigation traditionnelle à la raie (40 à 60%) (1). Elle limite les pertes d'eau par infiltration profonde et assure une répartition plus homogène dans le temps et dans l'espace (3). En Tunisie, sur les 360 000 ha de superficie irriguée ; 14,2% seulement sont équipés par le système goutte-à-goutte. Dans le cas des principales cultures maraîchères, ce système a permis d'enregistrer des économies en eau de 14%, 16% et 42% respectivement pour la pomme de terre, la tomate et le piment (5).

La plantation de la tomate en lignes jumelées a été signalée pour la première fois en Tunisie par Verldot H. en 1980 (10). Boujelben et Grini (2) ont montré que l'irrigation par sillons d'une culture de tomate conduite en lignes jumelées a engendré une économie en eau de 50% par rapport aux lignes simples. Osei-Bonsu (8) a cependant constaté de faibles chutes de rendement du maïs suite à l'utilisation des lignes jumelées.

La combinaison de l'irrigation localisée au goutte-à-goutte avec la plantation en lignes jumelées peut-elle induire davantage d'économie en eau sans toutefois porter atteinte à la quantité et à la qualité de la production? Quel est le comportement des espèces vis-à-vis de ce mode de conduite? Pour répondre à ces questions, un essai expérimental a été réalisé pour comparer les effets de l'utilisation des lignes simples et des lignes jumelées, avec des doses d'irrigation simples et doubles apportées par la technique localisée au goutte-à-goutte sur les paramètres agronomiques de la tomate et du piment sous abri-serre et établir l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation correspondante.

Matériel et méthode

L'essai a eu lieu dans la parcelle expérimentale du Groupement Interprofessionnel des Légumes (GIL) de Sfax (Tunisie) sur des cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et de piment (*Capsicum*

annuum L.) sous deux éléments de serre froide d'une superficie de 500 m² chacune. Les variétés utilisées sont: Amel à croissance indéterminée pour la tomate et B₂₆ pour le piment. Le sol est sablo limoneux, perméable. Sa densité apparente sur une profondeur de 40 cm est de 1,72. Pour les deux éléments de serre, le précédent cultural était une culture de pomme de terre de saison. La fumure de fond est composée de 120 tonnes/ha de fumier de ferme, 200 kg/ha de super phosphate 45% et 200 kg/ha de sulfate de potasse. La fumure d'entretien est appliquée sous forme d'engrais solubles au cours des irrigations. Les macro-éléments (N, P, K) sont apportés selon les équilibres (20-10-10) et (11-40-11) avec des quantités variables selon l'avancement des stades de développement de la culture. La plantation a eu lieu le 2 et le 3 novembre 1999 avec des distances de plantation en lignes simples de 0,4 m x 0,9 m et de 0,4 m x 0,8 m respectivement pour la tomate et le piment. Pour les lignes jumelées, les écartements sur la ligne et entre les deux lignes jumelées sont de 0,4 m pour les deux espèces; les inter-lignes sont de 1,4 m et 1,2 m respectivement pour la tomate et le piment (Figure 1).

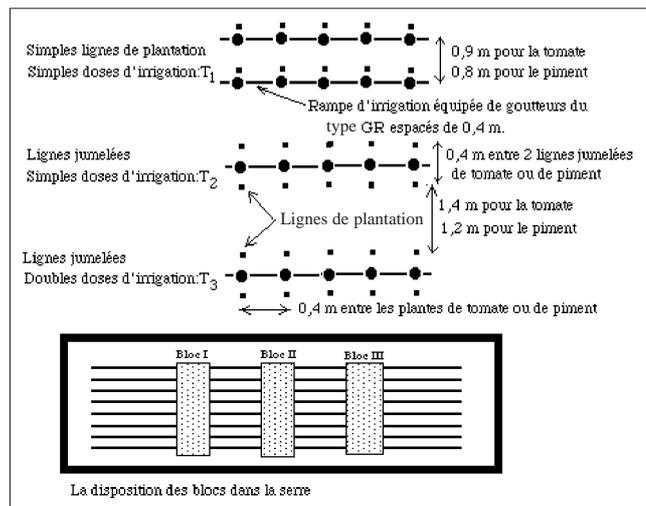


Figure 1: Disposition des lignes de plantation et des rampes d'irrigation.

Les travaux d'entretien se sont limités à la taille des bourgeons axillaires de la tomate, à l'élimination des feuilles de la base des plants et des vieilles feuilles des deux espèces et au désherbage manuel. Des traitements anti-parasitaires ont été effectués pour prévenir le développement du mildiou et de l'acariose bronzée sur la tomate et de l'oïdium sur le piment. Les deux cultures ont été arrêtées à la fin du mois de mai 2000.

L'eau d'irrigation est pompée à partir d'un puits de surface débitant 7 l/s. Elle est caractérisée par une salinité de 1,96 g/l de résidu sec et un pH de 7,35. L'irrigation est effectuée au goutte-à-goutte. Les goutteurs

intégrés sont du type GR, avec un écartement de 0,4 m et ont un débit nominal de 4 l/h chacun (Figure 1). Le test d'uniformité réalisé a montré que le débit réel moyen n'est que de 3,18 l/h. Les besoins en eau des deux cultures ont été déterminés à partir du rayonnement global externe enregistré par la station météorologique de Sfax durant les dernières huit années, de l'évapotranspiration potentielle (6) et du coefficient cultural de chacune des deux espèces. Les apports réels d'eau d'irrigation sont journaliers. Ils ont donc été déterminés en fonction des besoins de chaque espèce et de leur stade de développement (Figure 2).

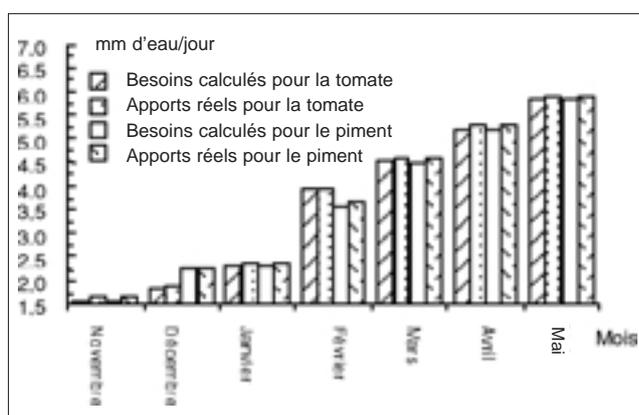


Figure 2: Apports réels et besoins calculés de l'eau d'irrigation de la tomate et du piment en culture sous abri-serre.

Le dispositif expérimental adopté est le Split bloc avec trois répétitions et trois traitements: simples lignes de plantation avec simples doses d'irrigation (T_1), lignes jumelées avec simples doses d'irrigation (T_2) et lignes jumelées avec doubles doses d'irrigation (T_3) (Figure 1). Chaque parcelle élémentaire est formée de 11 plants. Les mesures sont effectuées sur les cinq plants du milieu uniquement pour éviter les effets de bordure. Les paramètres étudiés sont: la hauteur du plant, le nombre et le poids moyen des fruits, la production totale en fruits, la précocité et la productivité du mètre cube d'eau d'irrigation apporté. Les résultats des mesures ont été traités par l'analyse de la variance et la comparaison des moyennes par le test de la plus petite différence significative (ppds).

Résultats et discussions

Cas de la tomate

Un effet «traitement» hautement significatif ($P < 1\%$) a été détecté à travers la hauteur finale du plant, le nombre total de fruits par plant, le rendement total et le poids moyen du fruit. Les coefficients de variation sont faibles et varient de 2 à 8% (Tableau 1).

La hauteur finale du plant est plus élevée pour T_1 (199 cm) et T_3 (196 cm). Elle est plus faible pour T_2 (179 cm) (Tableau 2).

Tableau 1

Résultats de l'analyse de variance, valeur et signification du F pour les différents paramètres étudiés relatifs à la culture de la tomate

Source de variation	ddl	Hauteur finale du plant (en cm)	Nombre total moyen de fruits par plant	Rendement final moyen par plant (en g)	Poids moyen du fruit (en g)
Bloc	2	218,38 ^{ns}	4,019 ^{ns}	71114,786 ^{ns}	13,105 ^{ns}
Traitement	2	330,982 ^{**}	133,578 ^{**}	1082604,81 ^{**}	162,872 ^{**}
Erreur	4	18,014	4,273	28996,56	7,212
Coefficient de variation (%)	–	2,22	5,07	7,85	5,1

Tableau 2

Comparaison des moyennes des différents paramètres relatifs à la culture de la tomate par le test de la plus petite différence significative (ppds)

Traitements	Hauteur finale du plant (en cm)	Nombre total moyen de fruits par plant	Rendement final moyen par plant (en g)	Poids moyen du fruit (en g)
T_1	199 ^a	41 ^b	2255 ^b	55 ^a
T_2	179 ^b	34 ^c	1533 ^c	45 ^b
T_3	196 ^a	47 ^a	2725 ^a	58 ^a

(a), (b), (c): Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5%.

L'évolution de la hauteur en fonction du temps est similaire pour les trois traitements sauf pour la dernière date (le 22 mai) où le T₂ a enregistré une hauteur nettement plus faible (Figure 3).

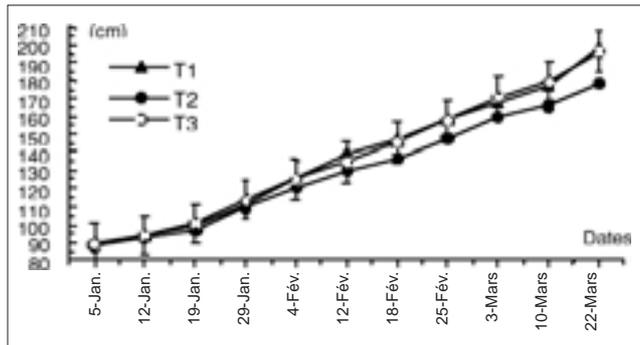


Figure 3: Evolution de la hauteur des plants de tomate (en cm) pour les différents traitements.

Le nombre total de fruits par plant varie selon les traitements. Il est le plus élevé pour T₃ (47 fruits), le plus faible pour T₂ (34 fruits) et intermédiaire pour T₁ (41 fruits) (Tableau 2). Il a évolué similairement pour T₁ et T₃. Par contre, pour T₂, une nette réduction est constatée surtout pour les quatre dernières dates de récolte (à partir du 20 avril) (Figure 4).

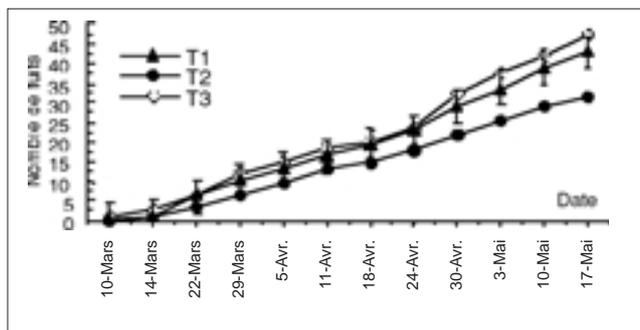


Figure 4: Nombre cumulé de fruits de tomate par plant et par récolte pour les différents traitements.

Le rendement final moyen par plant pour chaque traitement est de 2725 g pour T₃, 2255 g pour T₁ et

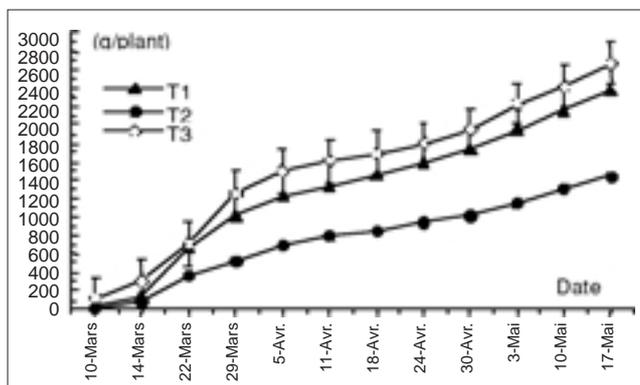


Figure 5: Production cumulée de la tomate (en g/plant) pour les différents traitements.

1533 g pour T₂ (Tableau 2). La progression de la production cumulée par plant en fonction des dates de récolte est comparable pour T₁ et T₃. Elle est clairement plus faible pour T₂ à partir de la troisième récolte (du 22 mai) (Figure 5).

Concernant le poids moyen du fruit, il s'est avéré qu'il est le plus élevé pour T₃ (58 g) et le plus faible pour T₂ (45 g). Le traitement T₁ a donné une valeur intermédiaire (55 g) jugée comparable à celle de T₃ (Tableau 2).

D'après ces résultats, il apparaît que le T₂ où l'alimentation hydrique est relativement limitée par rapport aux deux autres traitements n'a entravé le développement végétatif de la plante (la hauteur) que vers la fin du cycle cultural lorsque la demande atmosphérique est devenue vraisemblablement importante et les réserves en eau facilement utilisables du sol se sont avérées limitées. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la tomate a un système racinaire à développement latéral important lui permettant d'atteindre les bulbes de sol humide formés par les goutteurs grâce au phénomène d'hydrotropisme (11).

Le rendement final et le poids moyen du fruit sont significativement plus élevés pour T₁ et T₃ par rapport à T₂. Ceci peut indiquer qu'un phénomène de stress hydrique a affecté la culture au niveau de T₂ et s'est répercuté sur ces paramètres. Le gain de production sur le plan quantitatif et qualitatif pour T₃ a été obtenu au détriment de la productivité de l'eau administrée (Figure 9). En effet, l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation la plus élevée est au niveau de T₂ avec 19,430 kg/m³ et la plus faible est au niveau de T₁ avec 14,272 kg/m³. Celle au niveau de T₃ est intermédiaire avec 17,247 kg/m³. Bien que les quantités d'eau administrées par plant au niveau de T₁ et T₃ soient égales (un goutteur avec simple dose par plant au niveau de T₁ et un goutteur avec double dose pour deux plants au niveau de T₃), il paraît que les plants de tomate ont mieux valorisé cette eau dans le second cas (T₃).

Cas du piment

Un effet «traitement» hautement significatif (P< 1%) pour la hauteur moyenne du plant, le nombre de fruits par plant et le rendement moyen par plant et non significatif pour le poids moyen du fruit a été décelé. Par contre, l'effet bloc est non significatif pour tous ces paramètres. Les coefficients de variation sont faibles et varient de 3 à 11% (Tableau 3).

Tableau 3

Résultats de l'analyse de variance, valeur et signification du F pour les différents paramètres étudiés relatifs à la culture du piment

Source de variation	ddl	Hauteur finale du plant (en cm)	Nombre total moyen de fruits par plant	Rendement final moyen par plant (en g)	Poids moyen du fruit (en g)
Bloc	2	13,782 ^{ns}	26,22 ^{ns}	8119,375 ^{ns}	13,667 ^{ns}
Traitement	2	409,742 ^{**}	542,882 ^{**}	479932,526 ^{**}	4,186 ^{ns}
Erreur	4	11,295	0,925	5715,608	10,735
Coefficient de variation (%)	–	6,8	2,82	7,49	10,9

Tableau 4

Comparaison des moyennes des différents paramètres relatifs à la culture du piment par le test de la plus petite différence significative (ppds)

Traitements	Hauteur finale du plant (en cm)	Nombre total moyen de fruits par plant	Rendement final moyen par plant (en g)	Poids moyen du fruit (en g)
T ₁	62 ^a	49 ^a	1465 ^a	29.9 ^a
T ₂	39 ^b	24 ^c	716 ^b	29.8 ^a
T ₃	47 ^b	28 ^b	847 ^b	30.2 ^a

(a), (b), (c): Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5%.

La hauteur finale du plant est élevée pour T₁ (62 cm). Elle est plus faible pour T₂ et T₃ avec des valeurs respectives de 39 cm et 47 cm, jugées statistiquement similaires (Tableau 4).

L'évolution de la hauteur en fonction du temps s'est montrée nettement plus élevée pour T₁. Pour T₂ et T₃, elle est plus faible et a suivi la même progression (Figure 6).

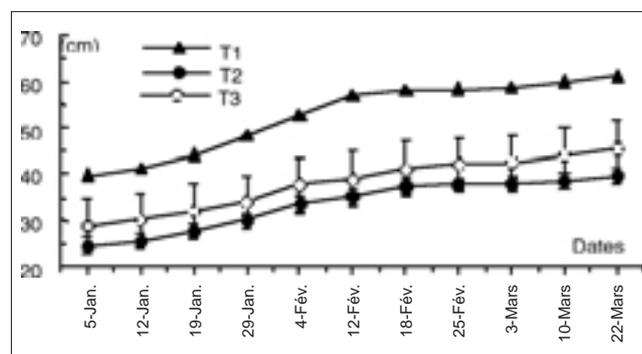


Figure 6: Evolution de la hauteur des plants de piment (en cm) pour les différents traitements.

Le nombre final de fruits de piment récoltés par plant est variable selon les traitements. Il est le plus élevé pour T₁ (49 fruits), le plus faible pour T₂ (24 fruits) et intermédiaire pour T₃ (28 fruits). Par opposition, le poids moyen des fruits est similaire au seuil de 5%

pour les trois traitements (Tableau 4). Pour les deux premières récoltes, le nombre de fruits est identique pour les trois traitements. A partir du 10 mars, T₁ s'est caractérisé par des récoltes plus importantes en nombre de fruits par plant par rapport aux deux autres traitements. Au niveau de T₂ et T₃, les récoltes ne sont pas significativement différentes (Figure 7).

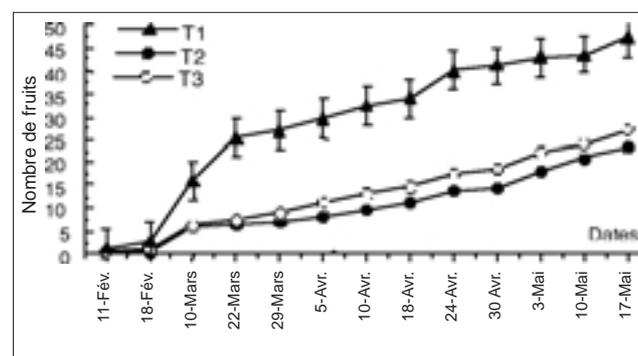


Figure 7: Nombre cumulé de fruits par plant de piment pour les différents traitements.

Le traitement T₁ a donné le rendement final par plant le plus élevé (1465 g) par comparaison à T₂ (716 g) et T₃ (847 g). Les différences entre T₂ et T₃ sont jugées non significatives au seuil de 5% (Tableau 4). Pour les deux premières récoltes, le rendement par plant est analogue au niveau des trois traitements. A partir de la

récolte du 10 mars, T_1 a donné les récoltes les plus élevées. T_2 et T_3 ont donné des récoltes moins importantes et comparables (Figure 8).

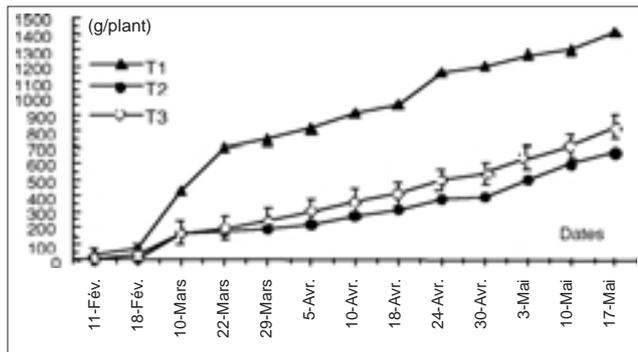


Figure 8: Production cumulée de pimnet en g/plant) pour les différents traitements.

Il apparaît que les plants au niveau de T_1 sont mieux alimentés en eau. La photosynthèse est plus active. L'accumulation des réserves est plus importante. Cependant, le poids moyen des fruits analogues au niveau des trois traitements peut nous indiquer que le calibre du fruit est contrôlé par des facteurs autres que l'eau.

Les quantités d'eau administrées par plant, au niveau des traitements: T_1 et T_3 sont les mêmes (un goutteur par plant avec une simple dose au niveau de T_1 et un goutteur par plant avec une dose double au niveau de T_3).

En tenant compte de la nature pivotante du système racinaire du pimnet (4), il semble qu'au niveau de T_3 le système racinaire n'a pas pu explorer convenablement le volume du sol humecté à partir d'un seul goutteur placé entre deux plants jumelés écartés de 0,4 m. Ceci n'a pas permis de satisfaire les besoins hydriques des plants. Par contre, dans le cas de T_1 , le goutteur placé au pied du plant a permis d'humidifier un bulbe facilement exploité par le système racinaire.

L'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation paraît la plus élevée au niveau de T_1 qui n'est pas significativement différent de T_2 avec $9,5 \text{ kg/m}^3$ contre $5,5 \text{ kg/m}^3$ au niveau de T_3 (Figure 9).

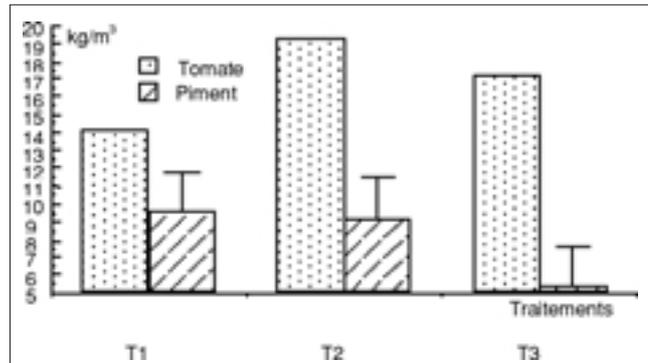


Figure 9: Comparaison de la productivité du mètre cube d'eau d'irrigation en fonction des espèces et des types de traitements.

Conclusion

L'efficacité du type de conduite culturale dépend de l'espèce végétale et de l'objectif recherché: la précocité, la quantité de la production et sa qualité et l'économie en eau d'irrigation. En effet, pour le pimnet, l'usage des lignes simples avec simple dose paraît le plus performant pour avoir une bonne production précoce avec une bonne efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation. Pour la tomate, la plantation en lignes jumelées et l'irrigation avec une double dose donnent une production élevée de gros calibre mais sans économie d'eau. La conduite en lignes jumelées avec simple dose permet une meilleure productivité de l'eau et du matériel d'irrigation mais elle donne une plus faible production et un calibre réduit des fruits. Il est utile d'effectuer d'autres travaux en ajustant les écartements entre les lignes de plantation pour optimiser la production en quantité et en qualité d'un côté et l'économie en eau et en matériel d'irrigation de l'autre. En plus, une étude technico-économique s'impose pour vérifier l'intérêt des différents modes de conduite.

Références bibliographiques

- Bos M.G. & Nugteren J., 1983, On irrigation efficiencies. International Institute for Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, 19, 138 p.
- Boujelben A. & Grini N., 1997, L'irrigation à la raie: utilisation des lignes jumelées pour une meilleure économie en eau. In: International conference on water management, salinity and pollution control towards sustainable irrigation. In: Mediterranean region. 22-26/9/1997, Valenzano (Barry), Italy. Vol. 3, 149-160.
- Boujelben A., Ben Mbarek K. & Belaid A., 2001, Etude comparative de l'irrigation au goutte-à-goutte et à la raie sur une culture de pomme de terre de saison, Tropicultura 19, 3, 110-115.
- Chaux C., 1972, Productions légumières. Collection d'enseignement horticole. Editions J.B. Baillièrre Paris., 415 p.
- Hamdane A., 2001, Les ressources naturelles: évaluation des programmes nationaux de l'économie en eau d'irrigation, Revue de l'agriculture N° 50, 15-22 (en arabe).
- Letard M., Erard P. & Jeannequin B., 1995, Maîtrise de l'irrigation fertilisante, tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes. 220 p.
- Ministère de l'Agriculture, 1999, Etude du secteur de l'eau. DGRE Tunis, 6 volumes.
- Osei-Bonsu P., 1998, On farm trials of *Mucuna* spp. in Ghana. Crops Researcher Institute, Ghana. Edité par Centre de Recherche pour le Développement International / IITA / SG 2000. Ottawa, Canada, 318 p.

9. Rabeh S., 2001, Les ressources naturelles - Les ressources en eau en Tunisie: Stratégie de mobilisation et d'exploitation, Revue de l'agriculture N°49: 25-39 (en arabe).
Symposium on production of tomatoes for processing. 1/12/1980, Portugal, ISHS Acta Horticulturae N° 100, Vol. 1.
10. Verlodt H., 1980, Historique de la culture de tomate pour l'industrie en Afrique du nord avec des références particulières à la Tunisie. *In*:
11. Wacquart C., Zuang H., Baille A., Dumoulin J. & Trapateau M., 1995, Maîtrise de l'irrigation fertilisante, tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, 220 p.

K. Ben Mbarek, Tunisien, Ingénieur spécialisé en phytotechnie, amélioration des plantes, 3^{ème} cycle, Enseignant-chercheur.

A. Boujelben, Tunisien, Doctorat ès Sciences en hydraulique appliquée, Directeur du département de génie agricole et du milieu naturel, Maître de conférences, Enseignant-chercheur.

**AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE
CHANGING OF ADDRESS
ADRESVERANDERING
CAMBIO DE DIRECCION**

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps, votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention « N'habite plus à l'adresse indiquée » et votre nom sera rayé de notre liste.

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Adresse not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding «Woont niet meer op dit adres» en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención "No reside en la dirección indicada" y su nombre será suprimido de la lista de abonados.

Etude des marges dans les circuits de commercialisation du porc au Cameroun

G. Ndébi¹, Bernadette Dia Kamgnia² & J. Tchoumboué¹

Keywords: Marketing margins- Transaction costs- Trader's profit- Fresh meat- Roasted meat- Pig

Résumé

Dans l'optique de fournir une meilleure connaissance de l'influence des intermédiaires sur les prix du bétail et de la viande au Cameroun, les marges de commercialisation du porc ont été évaluées et comparées entre septembre 1999 et août 2000 sur les marchés de Yaoundé, Douala et Dschang. Les principaux résultats ont montré que les marges commerciales générées par la vente de viandes fraîche (31,97%) et braisée (31,67%), sont bien plus importantes ($p < 0,05$), comparées au porc sur pied (27,09%). Les valeurs moyennes des marges étaient plus élevées à Yaoundé (53,31%), suivi de Douala (46,92%) et enfin de Dschang (33,76%). L'analyse des coûts de transactions a révélé une variation importante ($p < 0,05$) entre Yaoundé ($115,07 \pm 49,74$) et les deux autres marchés que sont Douala ($51,94 \pm 19,48$) et Dschang ($39,10 \pm 18,76$). Les valeurs moyennes pour ce paramètre étaient de $119,01 \pm 78,40$; $53,16 \pm 14,95$ et $61,51 \pm 21,01$ respectivement pour le porc sur pied, les viandes fraîche et braisée. Cependant, en reliant marge commerciale et coûts de transactions, l'étude a relevé que si la vente des viandes fraîche et braisée permet de dégager une marge bénéficiaire supérieure ($p < 0,05$) à Douala et Dschang, par rapport au porc sur pied, la rentabilité sur les trois produits semble comparable ($p > 0,05$) à Yaoundé.

Summary

Study of Marketing Margins in Pig Marketing Channels in Cameroon

In order to provide a better knowledge of the influence of middlemen on livestock and meat prices in Cameroon, pig marketing margins were valued and compared in Yaounde, Douala and Dschang markets between September 1999 and August 2000. The main results showed that the marketing margins generated by the sale of fresh (31.97%) and roasted (31.67%) meats were significantly higher ($p < 0.05$), compared to pig (27.09%). The mean values of marketing margins in the different markets were higher at Yaounde (53.31%), followed by Douala (46.92%) and lastly by Dschang (33.76%). Transaction costs analysis revealed significant variations ($p < 0.05$) between Yaounde (115.07 ± 49.74) and the other 2 markets, Douala (51.94 ± 19.48) and Dschang (39.10 ± 18.76), while the mean values of that parameter were 119.01 ± 78.40 ; 53.16 ± 14.95 and 61.51 ± 21.01 respectively for fresh and roasted meats and pig. However, in linking marketing margins to transaction costs, the study revealed that, while the sale of fresh and roasted meats allows a higher ($p < 0.05$) trader's profit in Douala and Dschang markets, compared to pig, the profitability for the three products seems to be the same ($p > 0.05$) in Yaounde market.

Introduction

Le passage de l'économie de subsistance à celle du marché entraîne des surplus commercialisables dont l'importance dépend en particulier des mesures incitatives liées directement à la marge commerciale (12). En effet, le terme «marge de commercialisation» a souvent servi pour désigner l'écart entre le prix d'acquisition par le commerce et celui payé par le consommateur ou utilisateur final (13, 18). En d'autres termes, c'est la part du prix de vente final qui est captée par un agent particulier d'une chaîne de distribution. Par marge commerciale, il faut entendre marge brute de commercialisation qui englobe les coûts de transactions et le profit du commerçant. La vérification empirique du rôle des marges de commercialisation

indique que ce concept présente un intérêt majeur pour l'analyse des motivations qui poussent ou non au développement d'une activité économique (5). Elle permet de coordonner la production et la consommation par une meilleure allocation des ressources et une meilleure satisfaction et d'apprécier la compétitivité et l'efficacité d'un système de distribution sans lesquelles tout accroissement de la production et de la productivité surtout dans le secteur rural serait nul. L'étude des marges de commercialisation pourrait contribuer à l'amélioration du système de distribution et par effet d'entraînement, à l'augmentation de la production en milieu rural.

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun.

²Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Yaoundé II, Cameroun.

Reçu le 09.12.03. et accepté pour publication le 07.01.04.

Dans le secteur élevage, les données économiques récentes sur la consommation mondiale de viandes (7, 14) montrent que le porc avec plus de 40% de la consommation constitue, avec la volaille, deux espèces sur lesquelles on peut compter pour accroître la production de viande et faire face à un déficit protéique croissant. D'où la nécessité d'encourager la production de cette espèce animale au Cameroun. Toutefois, les études économiques, menées sur le marché du bétail et de la viande dans notre sous-région d'Afrique centrale et de l'ouest, sont orientées pour la plupart aux circuits de commercialisation, à l'évolution de l'offre et de la demande, etc. (9, 19). Elles sont encore beaucoup plus limitées dans le cas de l'évaluation des caractéristiques du marché du porc. Or, une bonne connaissance de la situation de ce marché est préalable à la proposition des méthodes efficaces d'amélioration de la production et de la productivité.

La présente étude a donc pour objet d'évaluer et comparer les marges dans le circuit de commercialisation du porc. De manière spécifique, elle se propose de déterminer le niveau et la répartition des marges commerciales, identifier les divers coûts de transactions et ressortir le profit du commerçant à chaque segment de la chaîne de commercialisation du porc. La connaissance de l'ensemble des marges commerciales permettrait de décrire l'ensemble des relations liant les prix d'achat au producteur et les prix de vente au consommateur et utilisateur final.

Méthodologie

L'étude a été conduite dans 3 marchés susceptibles d'influencer la consommation du porc au Cameroun (Yaoundé, Douala et Dschang) entre septembre 1999 et août 2000. Un total de 119 commerçants de porc sur les 185 officiellement enregistrés, composés de 50 marchands de porc sur pied, 53 bouchers et 16 rôtisseurs, a été retenu en fonction de leur disponibilité à répondre aux questions.

La méthode de sondage utilisé (13) a été choisie pour réunir le maximum d'informations relatives aux circuits d'approvisionnements, aux prix d'achat et de vente

des produits, aux charges diverses de transactions ainsi qu'au volume et méthodes de ventes. Ces données, collectées à l'aide d'une fiche d'enquête et complétée par une interview directe, ont permis de déterminer les paramètres de l'étude. Parallèlement, des pesées ont été effectuées sur les porcs sur pied, les morceaux de viandes fraîche et braisée commercialisés afin d'ajuster les prix aux quantités. A cet effet, deux sortes de balances étaient utilisées: un peson de cuisine de $5 \pm 0,003$ kg pour les morceaux de viandes et une balance romaine de $100 \pm 0,05$ kg pour les porcs sur pied.

L'estimation des coûts de transactions s'est faite à partir des données collectées sur le terrain en ce qui concerne le transport, les taxes, la manutention, le stockage, l'entretien et les pertes diverses. Les prix étaient calculés en FCFA par kg de poids carcasse. Le taux de marge ou de marque, exprimé en pourcentage du prix de vente, a été utilisé pour le calcul et la comparaison des marges commerciales aux différents niveaux du circuit suivant les formules ci-après:

$$\text{Marge brute de commercialisation (MBC)} = \frac{\text{Prix de vente} - \text{Prix d'achat}}{\text{Prix de vente}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{La marge bénéficiaire ou profit du commerçant (PBC)} = \frac{\text{MBC} - \text{Coûts de transaction}}{\text{Prix de vente}} \times 100 \quad (2)$$

Les résultats ont été soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) et les moyennes séparées en utilisant la plus petite différence significative. Les chiffres affectés d'un même indice ne sont pas significativement différents et, entre parenthèses, le nombre d'observations (voir tableaux). La présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats sont contenues dans les développements qui suivent.

Résultats: présentation et analyses

1. Niveau et répartition des marges commerciales du porc

Le niveau et la répartition des marges commerciales du porc sont présentés au tableau 1.

Tableau 1
Niveau et répartition de la marge commerciale en fonction du produit sur les différents marchés (%)

Type de produit de porc	Marchés			Moyenne
	Yaoundé	Douala	Dschang	
Porc sur pied	37,19 ± 9,45 ^a (31)	19,59 ± 1,60 ^b (8)	11,10 ± 1,86 ^c (11)	27,09 ± 11,41 ^b (50)
Viande fraîche	28,88 ± 2,98 ^b (22)	35,60 ± 3,06 ^a (23)	27,80 ± 1,79 ^b (8)	31,97 ± 6,91 ^a (53)
Viande braisée	32,37 ± 3,16 ^a (8)	34,67 ± 6,80 ^a (4)	26,04 ± 4,88 ^b (4)	31,67 ± 6,93 ^a (16)
Total moyen	53,31 ± 7,33 (61)	46,92 ± 9,23 (35)	33,76 ± 2,47 (23)	48,58 ± 7,39 (119)

De l'analyse de ces résultats, il ressort que la marge commerciale varie en fonction du type de marché et de la nature du produit de porc. Indifféremment du marché, la marge commerciale est significativement plus élevée sur les viandes fraîche et braisée, comparée au porc sur pied et, sensiblement comparable pour les deux premières catégories de produits.

Cependant, à produit égal, le marché de Yaoundé procure relativement les plus grandes marges commerciales, suivi de Douala et enfin de Dschang. Lorsqu'on considère les différents produits et marchés de porc, les plus grandes marges commerciales ($p < 0,05$) sont prélevées sur le porc sur pied et la viande braisée, comparées à la viande fraîche, alors qu'à Douala et à Dschang, c'est sur les viandes fraîche et braisée que la marge commerciale est la plus élevée ($p < 0,05$), comparée au porc sur pied. Aucune différence significative n'a été trouvée entre la viande braisée et le porc sur pied à Yaoundé et entre les viandes à Douala et Dschang.

Notons que la marge commerciale pour le porc sur pied est beaucoup plus dispersée avec un écart-type supérieur à celui de l'ensemble des produits. Par contre, elle est beaucoup moins dispersée pour les viandes fraîche et braisée avec un écart-type plutôt inférieur à l'écart-type moyen de l'échantillon. Les explications sur les variations du niveau de la marge commerciale observées peuvent être données par la structure des coûts de transactions et la marge bénéficiaire ou profit du commerçant de porc.

2. Structure des coûts de transactions de porc

Ainsi qu'il ressort du tableau 2 résumant les coûts de transactions du porc, le lieu de vente et le type de produit influencent significativement les coûts de transactions du porc.

Indifféremment des marchés, les coûts de transactions, sont beaucoup plus élevés ($p < 0,05$) pour le porc sur pied, représentant le double pour les viandes fraîche et braisée, et comparables ($p > 0,05$) pour ces deux dernières catégories de produits. Lorsqu'on compare les différents marchés de porc, les coûts de

transactions sont significativement plus élevés à Yaoundé, représentant un peu plus du double à Douala et du triple à Dschang.

Cependant, la comparaison entre produits dans les différents marchés de porc montre que le porc sur pied a significativement les coûts de transactions les plus élevés sur les marchés de Yaoundé et Douala, suivi de la viande braisée et de la viande fraîche, alors qu'à Dschang, c'est sur la viande fraîche que les coûts de transactions sont plus élevés, suivi de la viande braisée et enfin, du porc sur pied.

3. Marge bénéficiaire ou profit du commerçant de porc

L'analyse du tableau 3, illustré par la figure 3 montre que la marge bénéficiaire du commerçant varie également en fonction du produit et du marché.

A produit égal, la plus grande marge bénéficiaire ($p < 0,05$) est réalisée à Douala, suivi de Yaoundé et enfin, Dschang. Lorsqu'on compare les différents produits de porc, les viandes fraîche et braisée procurent les marges bénéficiaires les plus élevées ($p < 0,05$), comparées au porc sur pied. Cependant, le porc sur pied a une marge relativement plus élevée à Yaoundé suivi de Douala et enfin de Dschang. Par contre, pour les viandes fraîche et braisée, la marge la plus importante ($p < 0,05$) a été prélevée à Douala et comparable ($p > 0,05$) à Yaoundé et Dschang. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les trois produits à Yaoundé.

Discussion

Les marges commerciales moyennes générées par la vente du porc à chaque segment de la chaîne (Figure 1) dans les conditions actuelles de commercialisation, sont largement au-dessus du niveau atteint par les systèmes de commercialisation pratiqués ailleurs.

Les études effectuées en RCA et au Pérou (8, 11) ont montré que la marge commerciale est relativement

Tableau 2
Coûts de transactions en fonction du produit sur les différents marchés (FCFA/kg)

Type de produit de porc	Marchés			Moyenne
	Yaoundé	Douala	Dschang	
Porc sur pied	161,07 ± 57,60 ^a (31)	80,95 ± 27,52 ^b (8)	28,12 ± 12,99 ^c (11)	119,01 ± 78,40 (50)
Viande fraîche	65,23 ± 9,68 ^a (22)	40,77 ± 10,34 ^b (23)	55,61 ± 8,54 ^c (8)	53,16 ± 14,95 (53)
Viande braisée	70,66 ± 17,30 ^a (8)	68,48 ± 18,97 ^b (4)	36,25 ± 3,34 ^c (4)	61,51 ± 21,01 (16)
Moyenne	115,07 ± 49,74 ^a (61)	51,94 ± 19,48 ^b (35)	39,10 ± 18,76 ^c (23)	73,30 ± 28,32 (119)

Tableau 3
Conditions de commercialisation des produits de porc sur les différents marchés

Paramètres	Yaoundé	Douala	Dschang	Moyenne
Marge de commercialisation (%)	53,31	- 46,92	- 33,76	- 48,58
Ratio $\frac{\text{Prix de vente}}{\text{Prix d'achat}}$:	+114	+88	+51	+94
Porc sur pied	+55	+64	+39	+57
Viande de porc				
Marge bénéficiaire: $\frac{\text{bénéfice}}{\text{valeur finale}}$ (%)	38,70	40,00	27,93	38,11
porc sur pied	17,18	8,23	6,21	11,58
viande de porc	21,52	31,77	21,72	26,53
Valorisation du 5 ^e quartier	-	-	-	-

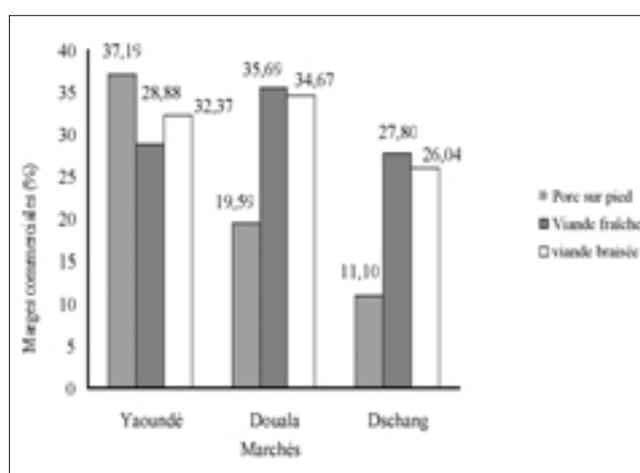


Figure 1: Marges commerciales en fonction du produit sur les différents marchés de porc.

plus faible sur le porc (24,7%), comparée aux ovins (35,7%) et bovins (34,3%), la moyenne préconisée étant de l'ordre de 20%. Mais, il est intéressant de noter les disparités que cache la moyenne de 48,58% obtenue au Cameroun et l'influence des conditions de commercialisation du porc.

Le commerce du porc, fait intervenir à tous les stades, divers éléments de coût dont le nombre et l'importance varient en fonction de la nature du produit et du lieu de vente (1). L'analyse de la structure de ces coûts, telle qu'illustrée par la figure 2, montre que, dans la vente de porcs sur pied, le niveau des coûts de transactions est lié à la situation géographique du marché par rapport aux zones de production: il croît progressivement des marchés de production (Dschang) aux marchés de consommation urbains (Yaoundé et Douala), indiquant que le transport est l'élément de coût le plus important qui explique près des deux tiers de la variabilité totale, soit environ 71, 58 et 60% respectivement à Yaoundé, Douala et Dschang.

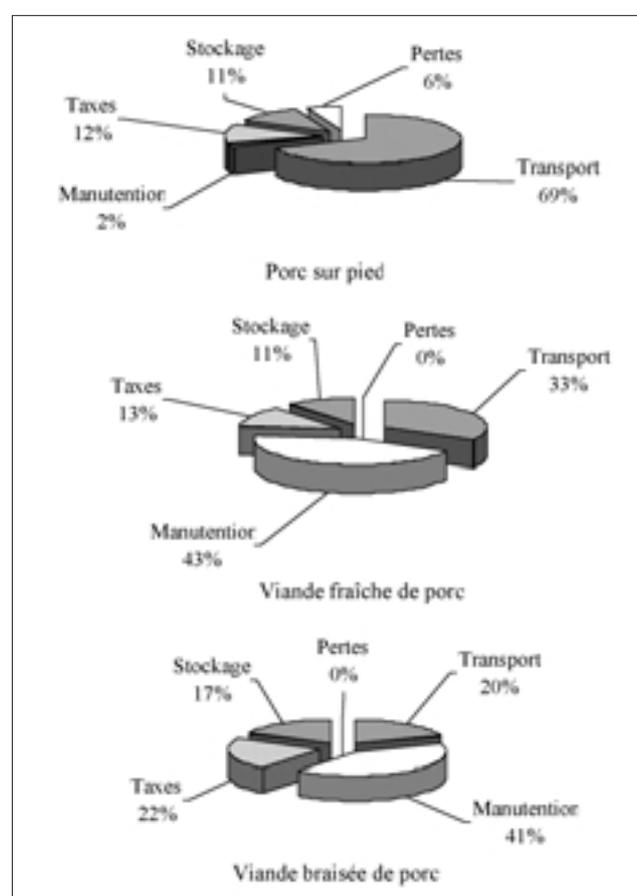


Figure 2: Coûts de transactions en fonction du produit de porc.

Les marchands de porcs sur pied sont, dans la grande majorité, très mobiles et font des approvisionnements de longues distances. Par contre, dans la vente des viandes fraîche et braisée de porc, la plupart des bouchers et rôtisseurs sont immobiles et leurs conditions de commercialisations sont stables. Le premier poste ici est occupé par la manutention qui, avec le transport et/ou le stockage expliquent le niveau des coûts à

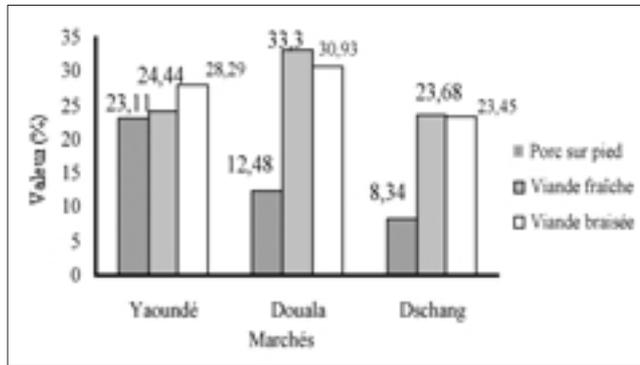


Figure 3: Répartition de la marge bénéficiaire en fonction du produit et du marché.

Douala et Dschang. Bien que les pertes subies dans la vente de porcs sur pied lors du transport et/ou du stockage soient minimisées par l'ajustement permanent de l'offre à la demande de la vente de viandes, le niveau des coûts de transactions reste faible (3) pour pouvoir expliquer l'importance de la marge commerciale par le transport, le stockage et le degré de traitement du produit (10, 16). Cette situation pourrait tenir d'une part à la politique de formation des prix et à la grande variabilité des marges commerciales d'autre part.

En effet, la politique de formation des prix sur le marché du porc est différente selon qu'il s'agit du porc sur pied (politique de l'équilibre concurrentielle) ou des viandes fraîche ou braisée de porc (politique de l'équilibre de rationnement). Mais, dans les deux cas, les transactions se font en fonction du client et les fraudes sur les quantités sont régulières, représentant environ 20% des quantités réelles échangées. Ceci permet aux commerçants de pouvoir modifier leur marge bénéficiaire (6). Pourtant, le maximum atteint sur la viande fraîche à Douala est dû à un certain nombre d'avantages et de facilités: coûts de transactions particulièrement faibles, approvisionnements en porcs sur pied de courtes distances, prix du kg de poids carcasse supérieur à 64% du prix au producteur. Ainsi, selon le prix d'achat, les disponibilités financières de la clientèle, l'activité du marché et la chance (12), le profit du commerçant sur le marché du porc peut varier de 3.000 à 8.000 FCFA pour le porc sur pied et de 12.000 à 16.000 FCFA pour les viandes fraîche et braisée. Dans ces conditions, pour assurer une marge bénéficiaire de l'ordre de 20% aux commerçants, on peut seulement considérer que le prix de détail du kg de poids carcasse de porc soit augmenté de 74, 51 et 39% du prix au producteur respectivement à Yaoundé, Douala et Dschang pour tenir compte des conditions commerciales particulières à chaque marché et chaque produit.

La variation du profit du commerçant en fonction de la période sur le marché du porc, telle que cernée à par-

tir des résultats de nos enquêtes (Figure 4), met en lumière l'instabilité des marges commerciales du porc, ayant pour corollaire la nature aléatoire des transactions et la faible vitesse de rotation du capital (4).

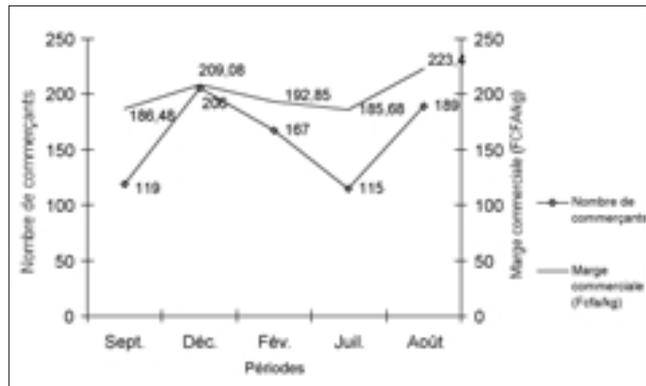


Figure 4: Evolution de la marge commerciale et du nombre de commerçants sur le marché de porc.

De fait, le manque d'une organisation spatiale et fonctionnelle sur le marché du porc ne permettent pas une véritable confrontation de l'offre et de la demande et un enchaînement logique de fonctions (2, 15). En outre, l'analyse de la fréquence des approvisionnements du marché montre que le délai moyen nécessaire à l'achat, au transport et à la vente d'un effectif de 150 porcs sur pied est de vingt jours environ, alors qu'il est de cinq et trois jours en moyenne pour la vente de 100 kg de poids carcasse en viandes fraîche et braisée respectivement. Ces délais sont plus courts à Yaoundé par rapport à Douala et surtout à Dschang où le marché est périodique. Cette faible vitesse de rotation du capital (9), à quoi il faut ajouter le manque de débouchés extérieurs ainsi que l'influence d'autres facteurs non négligeables, ne sont pas favorables à l'amélioration de la production du porc au Cameroun.

Il faut cependant préciser que le bénéfice monétaire qui apparaît dans nos décomptes, se compose en réalité d'une part en nature (autoconsommation), bénéfice dont le commerçant ne tient pas compte et apprécie plutôt son gain moyen par porc d'après la somme d'argent qu'il récupère.

Conclusions et recommandations

Cette étude a pour but d'évaluer et de comparer les marges de commercialisation du porc, préalable à la proposition des méthodes efficaces d'amélioration de la production et de la productivité. Nos résultats ont montré que les marges générées à chaque segment de la chaîne de commercialisation du porc sont relativement importantes mais, varient en fonction du produit et du marché: elles sont plus élevées sur les viandes fraîche et braisée, comparées au porc sur

piéd et relativement plus importantes à Yaoundé, suivi de Douala et enfin de Dschang. L'analyse de ses différentes composantes de la marge commerciale a permis de mettre en évidence la part importante du profit du commerçant dans le prix de vente final du porc (en moyenne plus du tiers), contre environ le dixième seulement pour les coûts de transactions.

L'analyse de la structure des coûts de transactions quant à elle a relevé l'importance du transport dans la vente du porc sur piéd (plus de deux tiers en moyenne) et de la manutention dans la vente de viandes fraîche et braisée (près de la moitié). Le marché de Yaoundé a enregistré les coûts de transactions les plus élevés sur tous les produits suivi de Douala et enfin, de Dschang. Cependant, des disparités ont été relevées quant à la répartition du profit du commerçant sur les différents marchés de porc. Effet, si les viandes fraîche et braisée permettent de dégager une marge bénéficiaire significativement supérieure à Douala et Dschang par rapport au porc sur piéd, la rentabilité pour les trois produits semble comparable à Yaoundé.

En définitive, quel que soit le produit ou le marché, la marge bénéficiaire n'est pas en relation directe avec

les coûts de transactions, indiquant une situation de concurrence imparfaite sur le marché du porc. Or, l'intérêt des consommateurs serait qu'une saine concurrence puisse jouer à l'intérieur de chaque catégorie d'intermédiaires afin que chaque maillon de la chaîne soit rémunéré en fonction de son niveau d'intervention. Des analyses plus complètes voire plus fines pourraient être envisagées en ce qui concerne la détermination de la marge nette ou profit pur du commerçant ainsi que ses facteurs de variation en vue d'une éventuelle rationalisation de la distribution du porc. Ceci pourrait améliorer de façon appréciable, la contribution de cette étude à la stimulation de la production porcine par l'élasticité de la demande.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Heifer Project International (HPI) pour le soutien financier à la réalisation de ce travail qui s'inscrit dans le cadre de sa recherche des contraintes majeures de l'élevage porcin au Cameroun. Les auteurs se réjouissent également de la précieuse collaboration du Prof. Ongla Jean, Secrétaire Général à l'Université de Yaoundé II SOA.

Références bibliographiques

- Aissata C., 1994, Les coûts de commercialisation des produits vivriers en Côte d'Ivoire: une réflexion à partir des produits du nord. I.P.R.I., W.D.C. 20036 et C.I.R.E.S. Abidjan, Côte d'Ivoire. 49 p.
- Ansell D.J., 1971, Cattle marketing in Botswana. Reading, Univ. of Reading, 179 pp
- Bombebu I. & Imba B., 1991, Contribution à l'étude de commercialisation des produits agricoles (manioc et maïs) dans la localité de Widjifake-Mbandanka (Equateur) Zaïre. *Tropicultura*, 1991, **9**, 1, 26-29.
- Bublôt G., 1974, Economie de la production agricole. Ed. Vander, pp. 339.
- Carles R. & Millet G., 1990, Analyses comparées des principales cultures dans le système de production agricole européen (1979-1988): une approche par estimation de la marge à l'hectare. *Revue d'Economie Rurale*, 1990, **197**, 22-31.
- Déchambre B., 1989, Répartition des gains de productivité dans la filière agro-industrielle. *Revue d'économie rurale*, 1994, **220-221** (3-6), 40-48.
- FAO, 1998, Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome. 254 p.
- Fenn M.G., 1977, Marketing livestock and meat. *FAO Marketing Guide*. N° 3. 198 p.
- Josserand H.P. & Sullivan G., 1980, La commercialisation du bétail et de la viande en Afrique de l'Ouest. Bénin, Ghana, Libéria, Togo. C.R.D.E., Univ. du Michigan. T.2
- King R.A., 1971, Les Marchés des produits agricoles et le développement économique. pp 17-38. *In: Le Développement économique de l'agriculture tropicale: tendances actuelles*. McPherson (éd): 1972.
- Lacrouts M., Sarniguet J. & Tyc J., 1967, Le cheptel bovin en République Centrafricaine: production-commercialisation. Ministère français de la coopération. Mars-juillet, 1966.
- Lutz C.H.M., 1994, The functioning of maize market in Benin: spatial and temporal arbitrage on the market of a staple food crop. University of Amsterdam. 225 p.
- Mendoza G., 1998, Données élémentaires sur la commercialisation: les circuits et les marges. pp 2981-299. *In: Prix, produits et acteurs: méthodes pour analyser la commercialisation agricole dans les pays en développement*. CIRAD-CIP-KARTHALA.
- MINEPIA, 1995, Etude du Secteur Elevage au Cameroun: Rapport provisoire. BDPA-SCETAGRI. CIRAD-EMVT. 342 p.
- Moustier P., 1998, Offre vivrière et organisation des échanges: problématique générale, contrats et concertation entre acteurs. pp 9-17. *In: Filières vivrières*. Ed. CIRAD-FHLOR.
- OCDE, 1981, L'Analyse des marges de commercialisation des produits alimentaires: Objectifs, méthodes, utilisation. Série Documentaire. 116 p.
- Pottier P.H., 1978, Eléments de marketing. 2^e éd. Dalloz, Paris. 176 p.
- Scarborough V. & Kydd J., 1992, Marketing margin analysis. pp 75-106. *In: Economic analysis of agricultural markets: a manual*. INRI. Marketing series. Vol. 5 Chatham, U.K.
- Tchoumboué J., 1983, Les facteurs limitant du petit élevage intensif de porc et de volaille au Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **36**, 4, 409-413.

G. Ndébi, Camerounais, Ingénieur Agroéconomiste, M.Sc. Agribusiness. FASA-Université de Dschang, Cameroun.

Bernadette Kamgnia Dia, Camerounaise, Ph.D in Agricultural Economics, Chargée de cours. FSEG-Université de Yaoundé II Soa, Cameroun.

J. Tchoumboué, Camerounais, Agrégé de méd. vét. et de zootech., Professeur. FASA Université de Dschang, Cameroun.

Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire à l'œstrus induit chez les femelles zébu 'Goudali'

W. Pitala¹, H. Boly^{1*}, M. Zongo¹, I. Coulibaly², Noelita M. Sousa³, L. Sawadogo¹, P. Leroy³ & J.F. Beckers³

Keywords: 'Goudali' Zebu- Ultrasonography- Synchronization- Ovulation

Résumé

L'échographie transrectale a été utilisée pour suivre la dynamique folliculaire chez 8 femelles zébu 'Goudali'. Les animaux ont été répartis comme suit: Groupe 1: utilisation d'implant Crestar combiné à PGF₂ et PMSG (n= 4); Groupe 2: implant Crestar combiné à PMSG (n= 2) et Groupe 3: implant Crestar combiné à PGF₂ (n= 2). L'échographie a été réalisée le jour de la pose des implants, au moment du retrait, et à intervalle de 4 heures entre la 28^e et la 56^e heure après retrait. La détermination du nombre de corps jaunes a été faite 7 jours après l'ovulation. Le jour du retrait, le nombre de follicules de diamètre compris entre 2-3 mm a été de respectivement $5,8 \pm 2,2$; $3,5 \pm 0,7$ et $4,5 \pm 0,7$ pour les Groupes 1, 2 et 3. Au début des chaleurs ($30,4 \pm 4,9$ heures après le retrait des implants); $4,1 \pm 1,3$ follicules ayant un diamètre moyen de 5-6 mm ont été observées pour les trois groupes. Une moyenne de $1,1 \pm 0,4$ follicules dominants (> 8 mm) a été observée à partir de la 36^e heure après la fin du traitement. Le diamètre des follicules pré-ovulatoires n'a pas différé entre les groupes. Les premières ovulations ont été observées entre 22 et 26 heures après le début des chaleurs.

Summary

Application of Ultrasonography to the Investigation of Follicular Dynamic in Synchronized 'Goudali' Zebu Females

A transrectal ultrasonography was used to follow the follicular dynamics in 8 'Goudali' zebu females. Three treatments were used to synchronize estrus: Group 1: Crestar implant associated to PGF₂ and PMSG (n= 4); Group 2: Crestar implant associated to PMSG (n= 2) and Group 3: Crestar implant associated to PGF₂ (n= 2). The ultrasonographic examinations were performed as follows: day of implant introduction, day of implant removal, and at 4 hour interval between the 28th and the 56th hour after implant removal. The ovaries were examined 7 days after ovulation to determine the number of corpora lutea. The numbers of 2-3 mm diameter follicles observed at the day of implant removal were 5.8 ± 2.2 ; 3.5 ± 0.7 et 4.5 ± 0.7 , respectively for Groups 1, 2 and 3. At the beginning of estrus (30.4 ± 4.9 hours after implant removal), a mean of 4.1 ± 1.3 follicles with 5-6 mm of diameter has been observed for the 3 groups. At the 36th hour after the end of the synchronization treatment, a mean of 1.1 ± 0.4 dominant follicles (> 8 mm) was observed. The diameter of pre-ovulatory follicles did not vary among groups. The first ovulations have been observed between 22 to 26 hours after the beginning of estrus.

Introduction

Le zébu (*Bos indicus*) représente le phénotype prédominant dans les élevages bovins des zones soudano-sahéliennes. De ce fait, il suscite un intérêt de plus en plus grand dans des programmes d'application des biotechnologies de la reproduction telles que l'insémination artificielle (6, 30) et la synchronisation de l'œstrus (31).

En Afrique, la réalisation de l'insémination artificielle suite à l'utilisation des protocoles de synchronisation

des chaleurs résulte généralement dans de faibles taux de gestation (12, 30, 31). Cela est dû essentiellement à la méconnaissance et à la variabilité de la séquence des événements précédant l'ovulation (5, 10), ainsi qu'à la difficulté de détection de l'œstrus en raison de sa courte durée et du fait qu'il se produit habituellement tard dans la soirée ou tôt de matin (20). Parmi les facteurs qui peuvent être indirectement impliqués dans les faibles taux de réussite ont été rap-

¹F.A.S.T., Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

²I.D.R., Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091, Burkina Faso.

³Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bd de Colonster 20, Sart-Tilman, B-4000, Belgique.

*H. Boly. Email: boly@fast.univ-ouaga.bf; Tél.: 00 226 34 37-94; Fax: 00 226 34 02 71.

Reçu le 26.11.03. et accepté pour publication le 28.01.04.

portées les conditions climatiques adverses (hautes températures), la faible disponibilité des fourrages de bonne qualité et l'état sanitaire précaire des quelques troupeaux (7, 18, 28).

Pour mieux identifier les principales causes d'échec lors de l'application des biotechnologies de la reproduction, des techniques plus performantes peuvent être utilisées en vue de mieux comprendre les particularités de la physiologie de la reproduction chez les zébus originaires de la zone soudano-sahélienne. Dans ce contexte, l'utilisation de l'ultrasonographie transrectale peut s'avérer comme un important instrument de documentation de la dynamique folliculaire, permettant de différencier les structures ovariennes avec une très grande précision (4, 21).

Le présent travail a pour but le suivi de la dynamique folliculaire par échographie chez des femelles zébu 'Goudali' soumises aux méthodes de synchronisation des chaleurs et de l'ovulation par l'utilisation d'implants Crestar associés ou non à la prostaglandine F₂ (PGF₂) et à la PMSG.

Matériel et méthodes

Zone expérimentale

La présente étude a été menée au Centre de Recherche et de Formation Agricole de Gampéla (CERFA), localité située à environ 20 km à l'est de Ouagadougou (12°22' latitude nord et 1°31' longitude ouest) sur l'axe Ouaga-Fada et couvre une superficie de 400 ha. Le climat est du type nord-soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre (600 à 800 mm/an). La température moyenne est de 33 °C avec des minima de 8 à 20 °C de décembre à janvier et des maxima de 34 à 40 °C de mars à avril. L'amplitude de variation de la photopériode est de 1 h 27 min, avec un maximum de 12 h 45 min d'éclairement le 21 juin et un minimum de 11 h 16 min le 21 décembre. Le relief est plat dans son ensemble. Le sol est ferrugineux et riche en calcium et potassium. La végétation est de type savane arborée à arbustive, avec strate herbacée dominée par les graminées de genre *Pennisetum*, *Brachiaria* et *Cenchrus*, et par ligneux de genre *Combretum*, *Lanea* et *Parkia*.

Animaux

Huit femelles zébu 'Goudali' d'âge moyen 4,5 ± 0,8 ans (4 à 6 ans) et de poids moyen 290,5 ± 40,9 kg (255 à 354 kg) ont été utilisées dans cette étude. Les animaux ont subi les contrôles sanitaires contre les maladies réputées contagieuses au Burkina Faso, notamment la tuberculose, la brucellose et le charbon bactérien. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (peste bovine, fièvre aphteuse, péripleurmonie contagieuse) est régulière-

ment suivi. Le déparasitage contre les helminthes, avec du Mébendazole à 10 mg/kg, est réalisé en début et fin de saison des pluies. La lutte contre les tiques et autres arthropodes est plus fréquente en saison des pluies soit en moyenne 2 pulvérisations mensuelles de Deltaméthrine à 0,050 p.1000. Un parcours quotidien de 5 heures sur pâturage naturel a été complété par une ration constituée de graines de coton (1,9 UF et 241,0 MAD), de son de blé (1,4 UF et 212,4 MAD) ou encore de la drêche de brasserie (0,3 UF et 71,6 MAD) selon la disponibilité. L'eau est disponible à volonté.

Les femelles ont été diagnostiquées non gestantes par palpation rectale et par échographie et ont été isolées du reste du troupeau, et en particulier des mâles, durant les trois mois qui ont précédé l'expérimentation. Les animaux ont été répartis en trois groupes selon l'utilisation ou non de la PGF₂ et de la PMSG: Groupe 1: utilisation des progestagènes combinés à la PGF₂ et à la PMSG (n= 4); Groupe 2: utilisation des progestagènes combinés à la PMSG (n= 2) et Groupe 3: utilisation de progestagènes combinés à la PGF₂ (n= 2).

Synchronisation des chaleurs

Le protocole d'induction de l'œstrus et d'ovulation a été réalisé comme suit:

- Jour 0: pose de l'implant Crestar (3 mg de Norgestomet; Intervet, France) par voie sous-cutanée sous le pavillon de l'oreille et injection i.m. de 2 ml de solution huileuse de Valérate d'œstradiol (3,8 mg; Intervet) aux animaux appartenant aux trois groupes.
- Jour 8: Injection i.m. de 2 ml de Estrumate™ (500 µg/ml de PGF₂; Cloprostenol; Intervet) aux animaux appartenant aux Groupes 1 et 3.
- Jour 10: Retrait de l'implant et injection i.m. de 400 U.I. de Folligon (PMSG, Intervet) aux animaux appartenant aux Groupes 1 et 2.

Les chaleurs ont été suivies par observation visuelle continue des modifications comportementales et organiques après le retrait des implants.

Echographie

L'échographie a été réalisée à l'aide d'un échographe modèle 200 Vet (Pie Medical 6227, Philipsweg 1, Maastricht, Pays-Bas) muni d'une sonde linéaire transrectale de 6 MHz. L'appareil a été relié à un ordinateur qui permettait d'enregistrer les différentes images grâce à une carte Matrox (Matrox Graphics, Québec, Canada).

Les observations échographiques ont été réalisées le jour de la pose des implants, au moment du retrait, et ensuite à intervalle de 4 heures entre la 28^e et 56^e heure après le retrait de l'implant. Les ovaires ont

été re-examinés 7 jours après l'ovulation pour déterminer le nombre et la taille des corps jaunes.

L'examen échographique des ovaires chez les femelles zébu 'Goudali' a été réalisé par voie transrectale selon la technique décrite par Quirk *et al.* (21) et par Pierson et Ginther (19). Les femelles en position debout ont été placées dans un couloir de contention pour faciliter la réalisation de l'examen. Le rectum a été vidé des matières fécales afin d'éviter l'entrée de l'air qui peut s'interposer entre la sonde et l'ovaire. Après localisation de la position des ovaires par exploration transrectale, la sonde a été introduite et maintenue au moyen du pouce, de l'index et du majeur tandis que la manipulation de l'ovaire et son maintien contre la sonde ont été assurés par l'annulaire et le petit doigt. La sonde a été maintenue en contact étroit avec les parois du rectum afin de réduire la distance entre la sonde et l'ovaire et de diminuer l'atténuation du faisceau sonore. Pour chaque ovaire examiné une ou plusieurs rotations de la sonde de long en large ont été nécessaires pour que toute la surface de l'ovaire soit observée.

Les échogrammes les plus représentatifs ont été gelés pour effectuer les mensurations nécessaires, puis enregistrés à l'ordinateur pour des analyses au laboratoire. Le diamètre d'un follicule a été déterminé en positionnant les repères échographiques de mesure sur la paroi interne du follicule. Il s'agissait de la mesure de la cavité folliculaire et non du follicule lui-même. Le diamètre folliculaire moyen a été calculé comme la moyenne obtenue pour le plus petit et le plus grand diamètre. La croissance folliculaire terminale a été caractérisée par la méthode de Wettemann *et al.* (27), selon laquelle lorsqu'un follicule ovulatoire est présent à une observation et disparaît partiellement ou totalement à l'observation suivante, l'ovulation est considérée comme ayant eu lieu entre les deux périodes.

Analyses statistiques

Les résultats ont été exprimés comme la moyenne écart-type et les différences considérées comme significatives au seuil de probabilité de 5% ($P < 0,05$). L'étude des relations entre les différentes variables (nombre de follicules et leur taille) a été réalisée par le logiciel Statistica. Les effets des différents facteurs de variations ont été appréciés par l'analyse de variance non orthogonale de Friedman (ANOVA) à effet fixe.

Résultats

L'image des follicules au cours des observations a été caractérisée par la présence de zones anéchogènes (noires) correspondant à l'accumulation de fluide dans l'antrum (Figures 1, 2 et 3).

Après la fin du traitement de synchronisation, les premières images observées ont montré la présence de petits follicules de diamètre compris entre 2 et 3 mm (Figure 1).

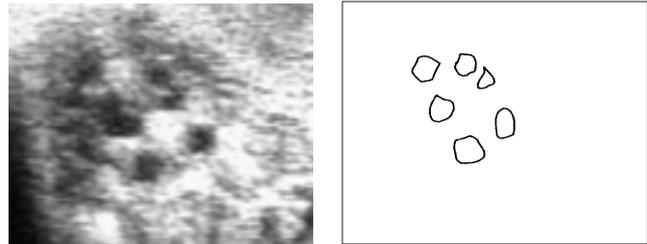


Figure 1: Echographie d'un ovaire d'une vache zébu 'Goudali' (Groupe 1) 21 heures après la fin du traitement. Six follicules de diamètre compris entre 2 et 3 mm ont été observés.

Le nombre moyen de follicules observés à ce stade a été de $5,8 \pm 2,2$; $3,5 \pm 0,7$ et $4,5 \pm 0,7$ respectivement pour les groupes 1, 2 et 3.

Au début des chaleurs ($30,4 \pm 4,9$ heures après le retrait des implants), une moyenne de $4,1 \pm 1,3$ follicules ayant un diamètre de 5-6 mm a été observée pour les trois groupes. En moyenne, $1,1 \pm 0,4$ follicules dominants (> 8 mm) (Figure 2) ont été observés chez 6 femelles à partir de la 36^e heure après la fin du traitement.

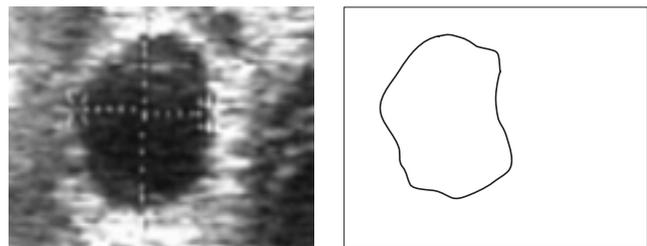


Figure 2: Echographie d'un ovaire d'une vache zébu 'Goudali' (Groupe 1) présentant un follicule dominant 44 h après la fin du traitement.

Chez les deux autres femelles, le nombre et le diamètre des follicules dominants n'ont pas pu être déterminés.

Sur un même ovaire, le diamètre des follicules dominants a dépassé celui des autres follicules qui ont commencé à régresser. Cette régression s'est matérialisée par leur disparition sur l'écran. L'évolution des follicules pré-ovulatoires au cours des observations a été marquée par un accroissement de leur taille, jusqu'à atteindre $11,8 \pm 0,96$ mm de diamètre ($n = 6$). Les courbes de croissance des follicules dominants appartenant à chacun des trois groupes étudiés (Figure 4) ont présenté une allure similaire dans l'ensemble. Chaque courbe a présenté deux phases: une phase croissante linéaire et une phase de croissance

moindre à partir de la 46^e heure après la fin du traitement. Malgré quelques variations individuelles, les différences de diamètre des follicules entre groupes n'ont pas pu être mises en évidence tout au long de l'expérimentation.

Le processus d'ovulation a été indirectement mis en évidence par la disparition du follicule pré-ovulatoire ou par la réduction brutale de son diamètre. Cette rupture a été traduite par des images échographiques dans lesquelles le contour des structures visualisées avait le même aspect que dans les follicules intacts, mais avec un contenu moins échogène à l'intérieur (Figure 3).

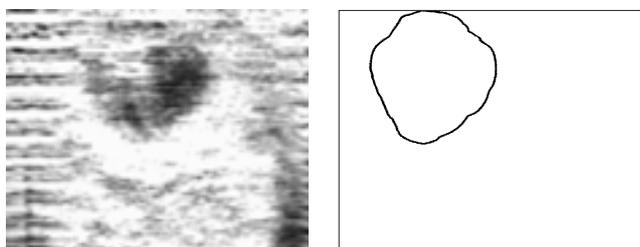


Figure 3: Echographie d'un ovaire d'une vache zébu 'Goudali' (Groupe 1) après ovulation, soit 60 heures après la fin du traitement. Un contenu peu échogène peut être observé à l'intérieur de la cavité correspondant au follicule.

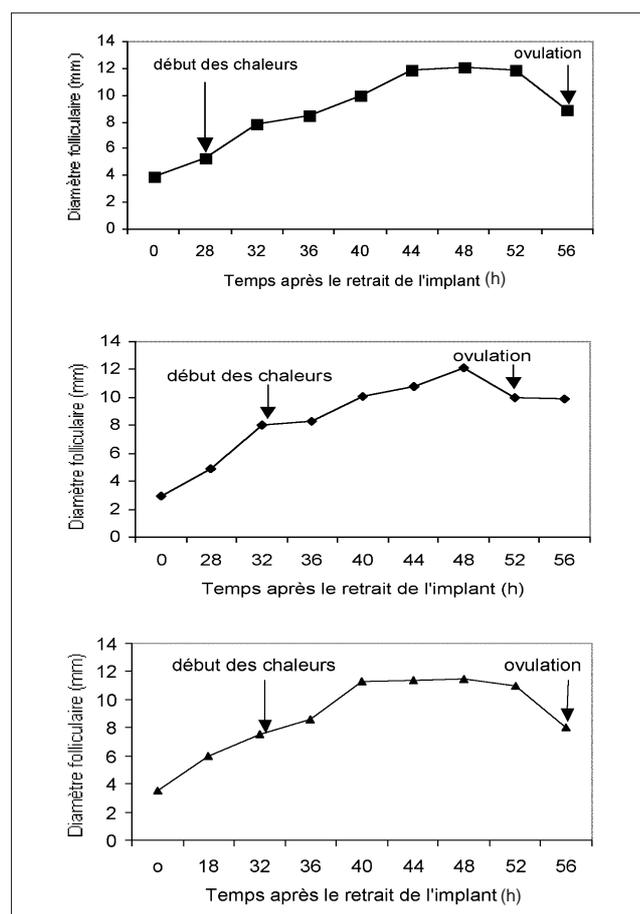


Figure 4: Courbes de croissance de développement de follicule dominant chez les vaches zébu 'Goudali' appartenant au Groupe 1 (■-■-), Groupe 2 (◆-◆-) et Groupe 3 (▲-▲-).

Les premières ovulations ont été observées entre 22 h et 26 h après le début des chaleurs, soit 52 h à 56 h après le retrait des implants.

Six sur 8 femelles ont eu l'ovulation constatée par la présence d'au moins un corps jaune 7 jours après la fin du traitement. Chez les 2 autres femelles synchronisées, l'ovulation n'a pas pu être constatée par échographie au moment de l'œstrus, ni par présence d'un corps jaune 7 jours plus tard. Les différentes images obtenues par échographie ont montré que l'ovulation a débuté par les follicules de plus de 10 mm. Chez 4 sur 6 femelles, les ovulations se sont manifestées sur l'ovaire droit.

L'image échographique obtenue au 7^e jour après la fin du traitement de synchronisation a révélé la présence de corps jaunes de diamètres mesurés entre 15 à 16 mm pour les trois groupes. Un des corps jaunes observés chez une femelle appartenant au Groupe 1 a présenté une cavité centrale. Chez une autre vache appartenant au même groupe, un corps jaune a été observé sur chaque ovaire. Cependant, pour cette vache, un seul follicule dominant avait été mesuré jusqu'à l'ovulation. Il n'y a pas eu de différence significative du diamètre des corps jaunes entre les groupes ($P < 0,05$).

Discussion

Comparée aux protocoles de dosage de la progestérone et de la LH, l'échographie présente l'avantage de donner sans délai des informations sur l'état physiologique des ovaires et de pouvoir estimer le nombre de corps jaunes, synonyme du nombre d'ovulations. Nos résultats échographiques ont été comparables à ceux de Edmondson *et al.* (8) qui ont pu constater la présence de follicules d'un diamètre égal ou supérieur à 2 mm avec une sonde de 5 MHz. Ces follicules ont été observés 21 heures après la fin du traitement.

Chez les vaches zébu 'Goudali', une moyenne de 3,5 à 5,8 follicules de diamètre compris entre 2 et 3 mm a été observée après le retrait de l'implant. En effet, l'injection du valérate d'œstradiol au moment de la pose d'un implant contenant des progestagènes semble entraîner l'atresie de tout follicule dominant présent au moment de l'insertion de l'implant, empêchant leur ovulation et induisant l'émergence d'une nouvelle vague de croissance folliculaire (1, 3).

Une moyenne de $1,1 \pm 0,4$ follicules dominants a été observée chez 6 des 8 femelles synchronisées. La moyenne observée au cours de cette étude a été légèrement supérieure au nombre d'un seul follicule dominant observé au cours d'un œstrus naturel chez la vache. Cette discrète augmentation concernant le nombre de follicules dominants s'explique probablement par l'administration de la PMSG au retrait des implants dans les groupes 1 et 2. Selon Ramirez-

Godinez *et al.* (22), la PMSG favorise la croissance et la maturation folliculaire et augmente le nombre de follicules non atrétiques.

Grâce à l'échographie, on a pu observer la croissance des follicules et prouver que ce sont les follicules de plus de 10 mm de diamètre qui s'impliquent dans le processus de l'ovulation. La taille maximale atteinte par les follicules pré-ovulatoires chez les zébus 'Goudali' ($11,8 \pm 0,96$ mm) est comparable à la valeur de $10,8 \pm 0,7$ mm enregistrée sur les génisses de race zébu Sistani en Iran (17). Cette valeur est également semblable à celles rapportées par Viana *et al.* (26) chez les vaches zébus Gir ayant présentées quatre vagues de croissance folliculaire. Ces auteurs ont observé une taille maximale de $10,8 \pm 2,5$ mm pour le follicule ovulatoire de la première vague; $9,8 \pm 1,0$ mm pour la deuxième vague; $9,0 \pm 0,8$ mm pour la troisième vague et enfin $13,3 \pm 1,0$ mm la quatrième vague. Toutefois, la valeur moyenne estimée reste inférieure à la valeur de la taille des follicules pré-ovulatoires observée chez les bovins de types européens, laquelle varie entre 15 et 18 mm (14, 19, 24). Les différences de taille des follicules pré-ovulatoires observées chez les zébus et les races taurines européennes semblent être liées à différents facteurs tels que l'état nutritionnel (23) et la taille des ovaires de la femelle zébu, rapportés comme étant plus petits que ceux des taurins européens (2, 29).

Le modèle de croissance des follicules dominants étudié est semblable à ceux des taurins européens établi par Pierson et Ginther (19) et des zébus brésiliens rapporté par Figueiredo *et al.* (9). Au fur et à mesure que le follicule dominant augmente de taille, le diamètre des autres follicules de la même vague demeure statique ou diminue. Ces derniers, appelés follicules atrétiques, sont appelés à disparaître.

Chez les vaches zébu 'Goudali', l'intervalle entre le début des chaleurs et l'ovulation déterminée par échographie (entre 22 et 26 heures) s'accorde à ceux obtenus par Thiam (25) chez le zébu Gobra ($25,6 \pm 2,8$ h après le début des chaleurs) et par Mukasa-Mugerwa et Mattoni (16) chez le zébu éthiopien ($25,8$ h après le début des chaleurs). Ces données sont également similaires à celles de Pinheiro *et al.* (20) qui ont obtenu une moyenne de $26,6 \pm 0,4$ h chez les femelles zébus Nelore sur œstrus induit ou naturel. En outre, cette valeur est inférieure à l'intervalle de 28 à 32 h après le début des chaleurs obtenu sur des races taurines européennes (11) ainsi qu'aux $32 \pm 4,7$ heures obtenues sur des croisées Angus x Hereford (27). La précocité de l'ovulation observée

chez les zébus pourrait s'expliquer par une réponse différenciée aux traitements d'induction d'œstrus utilisés ou par le raccourcissement des mécanismes hormonaux impliqués dans son déclenchement chez les femelles zébus. D'après Mukasa-Mugerwa (15, 16), le pic d'œstrogènes chez les femelles zébus Brahman intervient approximativement 24 heures avant l'œstrus, tandis qu'il intervient respectivement 8 et 16 heures avant l'œstrus chez les femelles Hereford et chez les croisées Hereford x Brahman. La sécrétion précoce du pic d'œstrogènes serait à l'origine de l'ovulation précoce des zébus Brahman.

L'échec du processus ovulatoire peut être dû à une utilisation non optimale des implants Crestar pour synchroniser les chaleurs chez les vaches zébus 'Goudali'. Selon Kinder *et al.* (13), l'application des implants contenant des progestagènes à des doses plus élevées que les taux physiologiques peuvent à leur retrait induire le développement de follicules ovariens dont la croissance est plus rapide que la croissance normale. Ces follicules peuvent alors devenir persistants du fait d'un état de développement trop avancé de l'ovocyte au moment de l'ovulation, associé à une libération des pics de LH plus fréquents et à des concentrations plus élevées de 17 α -estradiol.

Le diamètre du corps jaune enregistré par le biais d'échographie (entre 15 et 16 mm) est comparable à celui rapporté par Figueiredo *et al.* (9) sur le zébu, la plupart des ovulations ayant eu place sur l'ovaire droit (4 sur 6).

Conclusion

Les résultats du présent travail font ressortir que par l'échographie transrectale avec une sonde linéaire de 6 MHz, il a été possible de déterminer l'état physiologique des ovaires chez les femelles zébu soumises à des protocoles de synchronisation des chaleurs et de l'ovulation. Comparée aux protocoles de dosage de la progestérone et de la LH, l'échographie présente l'avantage de donner sans délai des informations sur l'état physiologique des ovaires et de pouvoir estimer le nombre d'ovulations et de corps jaunes.

Remerciements

Les auteurs de cet article tiennent à remercier les responsables du Projet CIUF pour leur soutien financier, et l'équipe du Service de Physiologie de la Reproduction de la Faculté de Médecine Vétérinaire (Université de Liège, Belgique) pour son soutien logistique dans la réalisation de cette étude.

Références bibliographiques

- Adams G.P., 1994, Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: implication for synchronization and superstimulation. *Theriogenology*, 41, 19-24.
- Agba K.C., 1975, Particularités anatomiques et fonctionnelles des organes génitaux de la femelle zébu. Th. Méd. Vét. Dakar, p. 12.
- Bo G.A., Adams G.P., Pierson R.A., Tribulo H.E., Caccia M. & Mapletoft R.J., 1994, Follicular wave dynamics after estradiol 17 treatment of heifers with or without progestagen implant. *Theriogenology*, 41, 1555-1569.
- Carriere P.D., Amaya D. & Lee B., 1995, Ultrasonography and endocrinology of ovarian dysfunctions induced in heifers with estradiol valerate. *Theriogenology*, 43, 1061-1076.
- Cruz L.C., Valle E.R. & Kesler D.J., 1997, Effect of prostaglandin F₂ α and gonadotropin releasing hormone-induced luteinizing hormone releases on ovulation and corpus luteum function of beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 49, 135-142.
- Delahaut P., Sulon J., Ectors F. & Beckers J.F., 1997, Le diagnostic de la reproduction: fertilité, gestation, anœstrus. Dossier biotechnologie animale-1 Cahier Agricult. 6, 137-148.
- Denis J.P. & Thiongane A.I., 1978, Influence d'une amélioration intensive sur les performances de reproduction des femelles zébus Gobra au CRZ de Dahr. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 31, 85-90.
- Edmondson A.J., Fissore R.A., Pashen R.L. & Bondurant R.H., 1986, The use of ultrasonography for the study of bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structures. *Anim. Reprod. Sci.* 12, 157-165.
- Figueiredo R.A., Barros C.M., Pinheiro O.L. & Soler J.M.P., 1997, Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*, 47, 1489-1505.
- Galina C.S. & Arthur G.H., 1990, Review on cattle reproduction in the tropics. Part IV: Oestrus cycles. *Anim. Breeding*, 58, 697-707.
- Hansel W. & Echtermkamp S.E., 1972, Control of ovarian functions in domestic animals. *Am. Zool.* 12, 225-243.
- Hardin D.R., Warnick A.C., Schultz R.H. & Fields M.J., 1980, Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following synchronization with cloprostenol. *Theriogenology*, 14, 244-249.
- Kinder J.E., Kojima F.N., Bergfeld E.G., Wehrman M.E. & Fike K.E., 1996, Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistent ovarian follicles in cattle. *J. Anim. Sci.* 74, 1424-1440.
- Knopf L., Kastelic J.P., Schallenger E. & Ginther O.J., 1989, Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrin.* 6, 111-119.
- Mukasa-Mugerwa E., 1989, A review of reproduction performance of female *Bos indicus* (zebu) cattle. Ethiopia: ILCA Monography, 6, 1-6.
- Mukasa-Mugerwa E. & Mattoni M., 1988, Estrous behavior in zebu cattle, in: IFS/SIPAR Joint Seminar on Animal Reproduction for African countries, Addis Ababa, p. 56-64.
- Niasari-Naslaji A., Sarhaddi F., Naji A., Angurani A. & Damavandi Y., 1999, Ovarian follicular dynamics in *Bos taurus* and *Bos indicus*. *Theriogenology*, 51, 307 (abstr.).
- Oyedipe E.O., Osori D.I.K., Akerejola O. & Saror D., 1982, Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of zebu heifers. *Theriogenology*, 18, 525-539.
- Pierson R.A. & Ginther O.J., 1988, Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, 29, 21-37.
- Pinheiro O.L., Barros C.M., Figueiredo R.A., Valle E.R., Encarnação R.O. & Padovani C.R., 1998, Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F₂ or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 49, 667-681.
- Quirk S.M., Hickey G.J. & Fortune J.E., 1986, Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the estrus cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF₂-induced luteolysis. *J. Reprod. Fert.* 77, 211-219.
- Ramirez-Godinez J.A., Rodriguez-Almeida F.A., Espinoza-Campa O.M. & Valdés-Saucedo R., 2000, Uso de la PMSG o PGF₂ al reticular el implante del SMB en vacas productoras de carne. *Agrosciencia*, 34, 423-428.
- Roche J.F. & Boland M.P., 1991, Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology*, 35, 81-90.
- Savio J.D., Keenan L., Boland M.P. & Roche J.F., 1988, Pattern of growth of dominant follicle during the estrous cycle of heifers. *J. Reprod. Fertil.* 83, 663-671.
- Thiam M.M., 1989, Actualité sur la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle zébu (*Bos indicus*) en Afrique. Th. Méd. Vét. Dakar, p. 14.
- Viana J.A.M., Ferreira A.D.M., Sa W.F. & Camargo L.S.A., 2000, Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesq. Agropec. Bras.* 35, 2501-2509.
- Wettemann R.P., Looper M.L., Warner M.L., Prado T. & Morgan G.L., 1998, Estrous behavior and time of ovulation in beef cows during the summer. *Animal Science Research Report*, Oklahoma State University, July 1998, 227-231.
- Zakari A.Y., 1981, Manifestation and detection of estrus in Bunaji and Bokologi cows. Université du Zaria, Nigeria. Thèse de Doctorat, p. 67-143.
- Zongo M., 1998, Cycle oestral du zébu Peul soudanien. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies. F.A.S.T. Université de Ouagadougou. 61 p.
- Zongo M., Boly H., Sawagadogo L., Pitala W., Sousa N.M., Beckers J.F. & Leroy P., 2001, Insémination artificielle des vaches 'Azawak' et taurin 'Gourunsi' au Burkina Faso. *Tropicicultura* 19,2, 75-78.
- Zongo M., Pitala W., Boly H., Sulon J., Sousa N.M., Leroy P., Beckers J.F. & Sawadogo L., 2001, Profils de la progestérone des vaches zébu 'Azawak' et taurin 'Gourunsi' après induction de l'oestrus aux progestagènes combinés à la prostaglandine. *Tropicicultura*, 19,3, 131-134.

W. Pitala, Togolais, DEA, Etudiant Doctorat, Chercheur. F.A.S.T., Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

H. Boly, Burkinabé, PhD., Professeur, Maître de Conférence, Chercheur. F.A.S.T., Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

M. Zongo, Burkinabé, Doct. 3^e Cycle, Assistant, Chercheur. F.A.S.T., Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

I. Coulibaly, Burkinabé, Ingén. Dévelop. Rural, Consultant. I.D.R., Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091, Burkina Faso.

Noelita M. Sousa, Brésilienne, DMV, MsC, PhD., Chercheur. Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bd de Colonster 20, Sart-Tilman, B-4000, Belgique.

L. Sawadogo, Burkinabé, PhD., Professeur d'Etat, (UFR/UO). F.A.S.T., Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

P. Leroy, Belge, DMV, PhD., Professeur à l'Ulg, Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bd de Colonster 20, Sart-Tilman, B-4000, Belgique.

J.-F. Beckers, Belge, DMV, PhD., Professeur à l'Ulg, Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Bd de Colonster 20, Sart-Tilman, B-4000, Belgique.

Evidence of Non-Transmission of *Rice yellow mottle virus* (RYMV) through Rice Seed

M.E. Abo^{1*}, M.D. Alegbejo² & A.A. Sy³

Keywords: Evidence- Transmission- *Rice Yellow Mottle Virus*- Rice- Seed- Indexing

Summary

An indexing of the organs (radicle and plumule) and components (husk, endosperm and embryo) of rice seeds using Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) was carried out to detect Rice yellow mottle virus (RYMV) and establish the exact location of the virus in the rice seed. RYMV was detected only in the husk (seed coat) but not in the endosperm, plumule, radicle, nor embryo. None of the seedlings raised from the seeds expressed RYMV symptoms. No virus particle was detected by the ELISA test in the leaves of the greenhouse-reared plants obtained from seeds of infected plants. The results indicate that RYMV is apparently not transmitted through rice seed probably because the virus is seed-borne in the husk (seed coat) of mature rice seeds.

Résumé

Évidence de la non-transmission du virus de la panachure jaune du riz par la semence du riz

Un indexage des organes (radicule et plumule) et composants (coque, endosperme et embryon) des semences de riz par le test immunoenzymatique (ELISA) a été effectué pour détecter le virus de la panachure jaune du riz (RYMV) et établir la localisation exacte du virus dans la graine de riz. Le virus RYMV n'a été détecté que dans la balle mais pas dans l'endosperme, ni dans la plumule et l'embryon. Aucune plante provenant des semences infectées n'a exprimé des symptômes de RYMV, et le test ELISA n'a détecté aucune particule virale dans les feuilles. Ces résultats montrent que la RYMV n'est pas transmise par la semence bien que le virus ait été retrouvé dans les graines.

Introduction

Rice (*Oryza* species) is the principal staple food for millions of people in most Asian countries, parts of Africa and Latin America (25). Today, rice is produced in more than 110 countries in the world (6) and in every country in West Africa (41).

There are now over 30 viruses reported to infect rice through experimental tests and in nature (3). However, only two rice viruses are seed-borne (37). In Africa so far only *Rice yellow mottle virus* (RYMV) (11) is of economic importance to rice production. RYMV has been reported in several countries in Africa where rice is grown (4, 40). The virus is transmitted mechanically through sap inoculation and by insect vectors (2, 10). Very low rates of seed transmission and spreading by insect vectors can lead to widespread incidence of virus diseases (35).

Some seed-transmitted viruses have been shown to be present in the embryo (22). Thus, *Bean common mosaic virus* that is transmitted through seed was detected in the blossoms, young pods, cotyledons, embryo, but not in seed coat (husk) of Phaseolus

bean (*Phaseolus vulgaris*) (19). It has been reported by Matthews (34) that viruses, which are confined to vascular tissues that have no connection with the parent, may be unable to enter the ovule.

Anonymous (7), Bakker (11), Fauquet and Thouvenel (20) and IITA (27) in their separate studies reported the inability of RYMV to be transmitted through rice seed, while Awoderu (9) obtained evidence that point to the possible seed-borne nature of RYMV. These studies did not propose any reason why RYMV could not be transmitted through rice seed. Awoderu (9) called for a re-examination of the role of rice seeds from infected plants in the transmission of RYMV. This investigation was carried out to determine the seed-borne nature of the virus and its transmission through rice seed.

Materials and methods

Virus indexing and Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) procedure:

¹National Cereals Research Institute (NCRI) Badeggi, P.M.B. 8 Bida, Nigeria, West Africa.

* Corresponding author's e-mail: meabo2002@yahoo.com

²Institute for Agricultural Research (IAR), Ahmadu Bello University, P.M.B. 1044 Samaru, Zaria, Nigeria, West Africa.

³West Africa Rice Development Association (WARDA), 01 BP 2551, Bouake 01, Ivory Coast, West Africa.

Received on 11.09.02. and accepted for publication on 27.02.04.

Four rice varieties were used for this analysis. These varieties are highly susceptible to RYMV and their continuous cropping and preference by farmers in Ivory Coast (Bouake 189), Mali (BG90-2) and Niger (IR 1529-680-3) are linked to the outbreaks of RYMV in those countries (1, 4). Four lots of rice with each lot containing about 25 seeds harvested from naturally and artificially RYMV infected rice plants were drawn from these varieties at random, weighed and subjected to the Antigen Coated Plate (ACP) form of Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA). About 0.2 g of each lot was ground with mortar and pestle in 2 ml of extraction buffer (8 g sodium chloride, 0.2 g monobasic potassium phosphate, 1.15 g dibasic sodium phosphate, 0.2 g potassium chloride, 0.2 g sodium azide dissolved in 900 ml H₂O adjusted to pH 7.4 with HCl to make up (1 l) + 0.5 ml Tween 20 per liter and 2% polyvinyl pyrrolidone (PVP). The homogenate was squeezed through cotton wool and collected in eppendorf tubes. A further 4 lots from the samples each containing 25 seeds were taken and germinated in petri-dishes containing moistened filter paper (Whatman student grade) for 7 days on benches at a room temperature of 28 ± 3 °C. Emerging seedlings were excised with sterile blades into endosperm, plumule and radicle. Again 0.2 g of the rice organs from each petri dish was ground with mortar and pestle in 2 ml of extraction buffer and 2% PVP. The homogenate was also squeezed through cotton wool to obtain clear extracts. The extracts were analyzed according to the method of Clark and Adams (16). Alkaline phosphatase (ALP) enzyme was conjugated to antiglobulin (29) and antigen was directly trapped on the microtitre plate and detected by the conjugate against the RYMV antibody introduced after the antigen. The blocking solution contained phosphate buffered saline (8 g sodium chloride, 0.2 g monobasic potassium phosphate, 1.15 g dibasic sodium phosphate, 0.2 g potassium chloride, 0.2 g sodium azide dissolved in 900 ml H₂O adjusted to pH

7.4 with HCl to make up (1 l) and 3% of 99% Marvel Fat free milk. The working dilution for both the antibody and conjugate was 1:1000. Each sample was replicated in two wells of microtitre plate. About 100 µl of 0.6 mg/ml of 4-nitrophenyl phosphate buffers at pH 9.8 were dispensed into each well of the plate and incubated at 37 °C for 30 minutes. Colour change was measured with METERTECH Σ960 ELISA Plate Microreader. Absorbance values (A 405 nm) were accepted as positive when the reading was greater than twice the mean absorbance of the virus-free control sample.

The seed sample lots that gave a consistently positive result in ELISA were again used for further indexing for the location of RYMV in the rice seed. The husk (seed coat) was separated from each other with a dehusker while the embryo and endosperm were separated apart with a pin (needle). About 0.2 g of each rice component was weighed and ground with mortar and pestle in 2 ml of extraction buffer and 2% VP and analysed by ELISA.

Biological test

Rice seeds harvested from artificially infected plants were seeded in sterilized soil in a greenhouse and visually monitored on standard evaluation scale (28) and by ELISA (16, 29) as described above to detect RYMV symptoms and possible infection respectively. Fifty seedlings were raised per variety from which seeds were selected at random as presented in table 3. ELISA test was carried out on the leaf samples at 63 days after seeding (DAS).

Results and discussion

The results of RYMV indexing of rice organs and components are presented in tables 1 and 2. RYMV was not detected in the plumule, radicle, endosperm and embryo but in the husk (seed coat).

Table 1
Detection of RYMV in the organs of germinating rice seeds from infected plants using enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) test

Rice cultivars	Mode of RYMV infection	Source of seeds	ELISA OD values of germinated seeds tested for RYMV (A 405 nm)		
			Endosperm/Husk	Plumule	Radicle
BG 90-2	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)

Rice cultivars	Mode of RYMV infection	Source of seeds	ELISA OD values of germinated seeds tested for RYMV (A 405 nm)		
			Endosperm/Husk	Plumule	Radicle
Serberang MR	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)

(+)= Positive values at A 405 nm, virus particle present

(-)= Negative values at A 405 nm, virus particle absent

Table 2

Detection of the presence of RYMV by ELISA in the rice components of the rice seeds from infected plants in nature and from screen house

Rice cultivars	Mode of RYMV infection	Source of seeds	ELISA OD values of rice components tested for RYMV (A 405 nm)		
			Husk (seed coat-	Endosperm	Eembryo
BG 90-2	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Serberang MR	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.2(+)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	0.4(++)	0.1(-)	0.1(-)

(+)= Positive values at A 405 nm, virus particle present

(-)= Negative values at A 405 nm, virus particle absent

When plumule and radicle were excised from the endosperm and husk, the latter two tested positive by ELISA when analyzed together as one sample unit. But when the endosperm was separated from the husk (seed coat) it was only the latter that tested positive. The result was consistent in all the tests and across the varieties tested.

None of the seedlings raised from seeds harvested from the infected plants of Bouake 189, BG 90-2 and IR 1529-680-3 showed any visual symptoms of RYMV and infection was not detected by ELISA in leaves of these plants until at 63 DAS (Table 3). The non-expression of RYMV was similar in all the varieties screened.

Table 3
Results of visual assessment and ELISA values of leaf samples of screenhouse reared plants raised from seeds of RYMV infected rice plants

Seeds from Rice cultivars	Mode of RYMV infection	Source of seeds	Location	ELISA OD values (A 405 nm)		
				21 DAS	42 DAS	63 DAS
BG 90-2	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
BG 90-2	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
IR 1529-680-3	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
IR 1529-680-3	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
IR1529-680-3	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
IR1529-680-3	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
IR1529-680-3	Naturally	Field	Mali	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Naturally	Field	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)
Bouake 189	Mechanically	Screenhouse	Ivory Coast	0.1(-)	0.1(-)	0.1(-)

- = Negative values at A 405 nm, virus particle absent

DAS= Days after seeding. No single rice plant became infected after 63 days.

This study shows that RYMV is located in the husk (seed coat) of rice seeds. Although it was established that RYMV was present in samples drawn from seeds of infected plants, no evidence of transmission of the virus was obtained when they were planted. This result indicates that RYMV is unlikely to be transmitted through the seed probably because it is located in the husk (seed coat) and not in the embryo. However, studies by Konate *et al.* (30) also established that RYMV is seed-borne but not seed-transmitted. Konate *et al.* (30) explained the non-transmission of the virus by the rice seeds to be due to the inactivation of the virus as the seed matures and begins to lose water after harvest. Bailiss and Offei (10) also gave a similar explanation involving the non-transmission of *Alfalfa*

mosaic virus in lucerne. Cheo (15) and Crowley (17, 18) demonstrated that both seed coat and embryos of immature bean seeds contained *Southern bean mosaic virus* but only seed coat of mature seeds contained the virus. And thus, the virus was not transmitted by seed. They concluded that the virus was inhibited or inactivated as the seed matured and dried. Seed transmission of *Tobacco ring spot virus* was associated with the presence of the virus in embryonic tissue of the seed but not in the seed coat (8, 24, 31). Filho and Sherwood (21) reported that absence of seed transmission might be due to the activity of the vascular tissue and the location of the virus within the seed that hampers seedling infection. Earlier reports elsewhere involving sowing of rice seeds from RYMV-

infected plants indicated lack of evidence for the transmission of the virus through rice seed although such reports did not provide reasons why the virus is not transmitted through the seed (e.g. 7, 20, 27). The lack of transmission of this virus through the seed could as well be due to the fact that viruses, which are confined to vascular tissues, may be unable to enter the ovule which is a pathway through which possible virus transmission can take place (23, 34). Lack of plasmodesmata or plasmodesmata breakdown (14) between embryos and surrounding seed and mother plant tissues were suggested as possible reasons for inability of viruses to invade embryos directly. Many workers have reported that the plasmodesmata harboured virus-like particles (32, 38, 42). Viruses that were restricted to the vascular tissues had not been shown to be seed-borne (12). However, Hollings and Huttinga (26) and Taylor *et al.* (39) reported non-embryonic transmission of *Tomato mosaic virus*

(TMV) in seeds of tomato plant. But the majority of seed-transmitted viruses have been shown to be through embryonic tissues (5, 33, 36).

It is therefore likely that RYMV is seed-borne but not transmitted through rice seed because virus is probably located in the husk (seed coat) and not in the embryo, or due to the combination of other factors. This finding and that of Konate *et al.* (30) are important to enable us to focus on other sources of infection of RYMV in order to develop durable management strategies for the disease in Africa.

Acknowledgements

This research work was funded by the African Development Bank (AfDB). The authors also acknowledge the technical assistance of Amos Onasanya of Plant Pathology Unit, WARDA.

Literature

1. Abo M.E., 1998, Studies on the mode of transmission of *Rice yellow mottle sobemovirus*. Ph.D thesis, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria, 148 p.
2. Abo M.E., Alegbejo M.D., Sy A.A. & Misari S.M., 2000, An overview of the mode of transmission, host plants and methods of detection of *Rice Yellow Mottle Virus*. *Journal of Sustainable Agriculture*, **17**(2/3), 19-35.
3. Abo M.E. & Sy A.A., 1998a, Rice virus diseases: Epidemiology and management strategies. *Journal of Sustainable Agriculture*, **11**(2/3), 113-134.
4. Abo M.E., Sy A.A. & Alegbejo M.D., 1998b, *Rice yellow mottle virus* (RYMV) in Africa: Evolution, distributions, and economic significance on sustainable rice production and management strategies. *Journal of sustainable Agriculture*, **11**(2/3), 85-111.
5. Adams D.R. & Kuhn C.W., 1977, Seed transmission of *Peanut mottle virus* in peanuts. *Phytopathology*, **67**, 1126-1129.
6. Andriese W., 1986, Area and distribution of rice. In: Juo A.R., & Lowe J.A. ed. *The wetlands and rice in sub-saharan Africa*, IITA, Ibadan, Nigeria.
7. Anonymous, 1988, Résumé des travaux sur la mosaïque jaune du riz. Rapport annuel du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement. Direction de la Protection des Végétaux, Service Diagnostic et de Surveillance, Niamey, Niger. Pp. 1-9.
8. Athow K.L. & Bancroft S.B., 1959, Development and transmission of *Tobacco ringspot virus* in soybean. *Phytopathology*, **49**, 697-701.
9. Awoderu V.A., 1991, Varietal reaction to *Rice yellow mottle virus* in upland rice ecology in Côte d'Ivoire. *Nigeria Journal of Botany*, **4**, 181-187.
10. Bailiss K.W. & Offei S.K., 1990, *Alfalfa mosaic virus* in lucerne seed during seed maturation and storage and in seedlings. *Plant Pathology*, **39**, 539-547.
11. Bakker W., 1975, *Rice yellow mottle virus*. CMI/AAB Descriptions of plant viruses N° 149. Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologist, Kew, Surrey, England 4 p.
12. Bennet C.W., 1969, Seed transmission of plant viruses. *Advances in virus research*, **14**, 221-261.
13. Bock K.R., & Kuhn C.W., 1975, *Peanut mottle virus*. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. N° 41, Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologist, Kew, Surrey, England, 4 p.
14. Caldwell J., 1934, The physiology of virus diseases in plants. V. The movement of the virus agent in tobacco and tomato. *Annals of Applied Biology*, **21**, 191-205.
15. Cheo P.C., 1955, Effect of seed maturation on inhibition of southern bean mosaic virus in bean. *Phytopathology*, **45**, 17-21.
16. Clark M.F. & Adams A.N., 1977, Characteristics of the micro plate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plants viruses. *Journal of General Virology*, **34**, 475-483.
17. Crowley N.C., 1957, Studies on the seed transmission of plant virus diseases. *Australian Journal of Biological Sciences*, **10**, 449-464.
18. Crowley N.C., 1959, Studies on the time of embryo infection by seed transmitted viruses. *Virology*, **8**, 116-123.
19. Ekpo E.J.A. & Saettler A.W., 1974, Distribution pattern of *Bean common mosaic virus* in developing bean seed. *Phytopathology*, **64**, 269-270.
20. Fauquet C.M. & Thouvenel J.C., 1977, Isolation of the *Rice yellow mottle virus* in Ivory Coast. *Plant Disease Reporter*, **61**, 443-446.
21. Filho F.M. & Sherwood J.L., 2000, Evaluation of transmission of *Turnip yellow mosaic virus* and *Tobacco mosaic virus* in *Arabidopsis thaliana*. *Phytopathology*, **90**, 1233-1238.
22. Gallo J. & Ciampar F., 1977, Transmission of *Alfalfa mosaic virus* through *Nicandra physaloides* seeds and its localization in embryo and cotyledons. *Acta Virologica*, **21**, 344-346.
23. Gleason M.L. & Providenti R., 1990, Absence of transmission of *Zucchini yellow mosaic virus* from seeds of pumpkin. *Plant Disease*, **74**, 10, 828.
24. Gilmer R.M. & Wilks J.M., 1967, Seed transmission of *Tobacco mosaic virus* in apple and pear. *Phytopathology*, **57**, 214-217.
25. Herdt R.W. & Palaepac A.C., 1983, World rice facts and trend. Department of Agricultural Economics, International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines, 41 p.
26. Hollings M. & Huttinga H., 1976, *Tomato mosaic virus*. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. N° 41, Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologist, Kew, Surrey, England, 6 p.
27. IITA (International Institute of Tropical Agriculture), 1985, Annual Report, Rice Improvement Programme, IITA, Ibadan, Nigeria. pp. 17-21, 113.
28. RRI (International Rice Research Institute), 1988, The International Rice Testing Program-Standard Evaluation System (IRTP-SES) for rice. Los Baños, Laguna, The Philippines. 3rd Edition, p 23.
29. Koenig R., 1981, Indirect ELISA methods for the broad specificity detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, **55**, 53-62.
30. Konate G., Sarra S. & Traoré O., 2001, *Rice yellow mottle virus* is seed-borne but not seed transmitted in rice seeds. *European Journal of Plant pathology*, **107**, 361-364.

31. Laviolette F.A. & Athow K. L., 1971, Longevity of *Tobacco ring spot virus* in soybean seed. *Phytopathology*, 61, 755.
32. Lawson R. & Hearon S., 1970, Subcellular localization of chrysanthemum tissue. *Virology*, 41, 30-37.
33. Lister R.M. & Murrant A.E., 1967, Seed transmission of nematode borne viruses. *Annals of Applied Biology*, 59, 49-62.
34. Matthews R.E.F., 1991, *Plant Virology*. 3rd edition, Academic Press, London. 835 p.
35. Maule J. & Wang D.I., 1996, Seed transmission of plant viruses: a lesson in biological complexity. *Trends in Microbiology*, 4, 153-158.
36. Murrant A.F., 1970. *Tobacco black ring virus*. CMI/AAB. Descriptions of Plant viruses. N^o 38, Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologists, Kew, Surrey, England, 4 p.
37. Ou S.H., 1985, Rice diseases. 2nd edition, Kew, Commonwealth Mycological Institute, England, 368 p.
38. Roberts I.M. & Harrison B.D., 1970, Inclusion bodies and tubular structure in *Chenopodium amaranticolor* plant infected with *Strawberry latent ringspot virus*. *Journal of General Virology*, 7, 47-54.
39. Taylor R.H., Grogan R.G. & Kimle K.A., 1961, Transmission of *Tobacco mosaic virus* in tomato seed. *Phytopathology*, 51, 837-842.
40. Traoré O., Pinel A., Fargette D., Konate G., 2001, First report and characterization of *Rice yellow mottle virus* in Central Africa. *Plant Disease*, 85, 920.
41. WARDA (West Africa Rice Development Association), 1983, Special project. Quinquennial Review provisional report, February 1983, Freetown, Sierra Leone.
42. Weintraub M., Ragetti H. & Leung E., 1976, Elongated virus particles in Plasmodesmata. *Journal of Ultrastructural Research*, 62, 26-37.

M.E. Abo, Nigerian, Ph.D Crop Protection/Plant Virology, National Cereals Research Institute (NCRI) Badeggi, P.M.B. 8 Bida, Nigeria, West Africa. E-mail: meabo2002@yahoo.com

M.D. Alegbejo, Nigerian, Ph.D Plant Virology, Institute for Agricultural Research (IAR), Ahmadu Bello University, P.M.B. 1044 Samaru, Zaria, Nigeria, West Africa.

A.A. Sy, Senegalese, Ph.D Plant Pathology, West Africa Rice Development Association (WARDA), 01 BP 2551, Bouake 01, Ivory Coast, West Africa.

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned
Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)
Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen únicamente la responsabilidad de los autores

Effects of Crop Sanitation and Ridomil MZ Applications on Late Blight Severity and Tomato Yields in Cameroon

D.A. Fontem*, P.C. Younyi & M.N. Suh

Keywords: Disease control- fungicide- late blight- *Lycopersicon esculentum*- *Phytophthora infestans*- Tomato

Summary

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) production in Cameroon is usually handicapped by late blight caused by *Phytophthora infestans*. A field trial was conducted during 1997 in Dschang, Cameroon, to assess the effect of Ridomil MZ (8% metalaxyl + 64% mancozeb) sprays, and sanitation (a weekly picking of diseased leaves) on late blight development and yield of five tomato varieties. Plots received Ridomil MZ (2.5 kg/ha) and sanitation singly or combined. Control plots were neither sprayed nor cleaned from diseased leaves. All treatments were applied ten times in a weekly schedule. Late blight intensity was assessed every 7 days and marketable fruit yields were obtained at maturity. Differences in late blight intensity between sanitation and control plots were not significant ($P=0,05$). Fungicide treatments were more effective than sanitation in reducing late blight severity. Percent fruit infection was 100% in control or sanitation plots of ARP I366-1, ARP D1, ARP D2, Roma, and no marketable fruits were harvested on these treatments. Late blight was less severe on Mecline compared to the other varieties. Consequently, Mecline out-yielded Roma, ARP I366-1, ARP D1 and ARP D2 varieties. Results suggest that the fungicide-alternative method of late blight control, using sanitation is not as effective in tomato late blight management as appropriate fungicide sprays.

Résumé

Effets de l'effeuillage sanitaire et des traitements au Ridomil MZ sur la sévérité du mildiou et le rendement de la tomate au Cameroun

La production de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) au Cameroun est souvent entravée par les infections du mildiou causé par *Phytophthora infestans*. Les essais ont été menés pendant la saison culturale de 1997 à Dschang, Cameroun, afin de déterminer les effets de traitements au Ridomil MZ (8% metalaxyl + 64% mancozèbe) et de l'effeuillage sanitaire (prélèvements hebdomadaires des feuilles atteintes) sur le développement du mildiou et le rendement de cinq variétés de la tomate. Les parcelles ont reçu des traitements au Ridomil MZ (2,5 kg/ha) et sanitaires individuellement ou en combinaison. Les parcelles témoins n'ont pas reçu ces traitements. Tous les traitements ont été appliqués dix fois tous les 7 jours. L'intensité du mildiou a été évaluée chaque semaine et les rendements en fruit commercialisable ont été obtenus à la maturité. Les différences en intensité d'infections foliaires du mildiou entre les parcelles soumises à la récolte sanitaire et celles ayant reçu les traitements fongicides n'ont pas été significatives ($P=0,05$). Le traitement fongicide a été plus efficace dans la réduction de l'intensité du mildiou que le traitement sanitaire. Le pourcentage de fruit infecté a été total (100%) dans les parcelles témoins ou celles sous traitement sanitaire des variétés ARP I366-1, ARP D1, ARP D2 et Roma et aucun rendement commercialisable n'a été obtenu sur les plants de ces traitements. Le mildiou a été moins sévère sur Mecline par rapport aux autres variétés. Par conséquent, les rendements commercialisables ont été significativement plus élevés sur Mecline par rapport à Roma, ARP I366-1, ARP D1 et ARP D2. Les résultats suggèrent que l'utilisation de la récolte sanitaire comme moyen de lutte contre le mildiou de la tomate est moins fiable que les traitements au fongicide.

Introduction

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) yields in Cameroon are very low (5) because of high disease severities (6, 10, 13). Late blight incited by *Phyto-*

phthora infestans (Mont.) de Bary is the most important field disease (6, 10, 12, 13). Although many tomato varieties have been screened for resistance to

*Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Dschang, P.O. Box 208, Dschang, Cameroon.

Email: dfontem@yahoo.com

Received on 26.09.03. and accepted for publication on 06.02.04.

late blight, resistant ones have not been reported in Cameroon (10, 11, 13). Consequently, tomatoes are usually produced in the wet season under an intensive fungicidal spray regime and late blight management forms an integral component of tomato cultural techniques. During the wet season, when plants are most susceptible to the disease (14, 16), tomato growers usually apply 2 - 3 fungicidal sprays per week to limit late blight infections (12). The most used fungicide for late blight protection in tomato in Cameroon is maneb, followed by Ridomil Plus or Ridomil MZ (11, 12). The latter fungicide has the advantage of combining both protectant and curative actions against the oomycete pathogen (*P. infestans*) (4, 17).

Pesticides, in general, are not always accessible to growers. Consequently, identification of fungicide alternatives, such as sanitation practices (regular picking of diseased leaves) may be necessary. Sanitation has been used successfully to retard late blight development and improve tuber yields in potato (7 - 9). This study was designed to evaluate the single and combined effects of Ridomil MZ (8% metalaxyl + 64% mancozeb, 72 WP) and crop sanitation (weekly picking of diseased leaves) on late blight severity and tomato yields in Cameroon.

Materials and methods

Field plot design and cultural techniques

Field experiments were conducted during 1997 in Dschang, Western highlands of Cameroon, to assess the effect of Ridomil MZ and sanitation on tomato yields. A split block design was used with three replicates. Blocks of 20 x 16 m contained 4 main plots. Blight management methods were randomly assigned to main plots, while varieties were randomised within the sub-plots. Each sub-plot contained four raised beds (3.2 x 5 m). Blocks were separated by an uncultivated land 2 m wide.

The plant material consisted of the determinate tomato varieties ARP-D1, ARP-D2, Mecline and Roma, and the indeterminate variety ARP I366-1. Varieties Mecline, ARP-D1, ARP-D2 and ARP I366-1 were obtained from the Asian Vegetable Research and Development Centre/Africa Regional Programme (AVRDC/ARP) Arusha, Tanzania, while Roma was used as a local check.

A nursery plot was fertilised with 250 kg/ha cowdung and 240 kg/ha 20-10-10 (NPK). The nursery was set 9 April and seeds were drilled 0.05 m apart in rows spaced 0.10 m. After sowing, the beds were shaded with fresh grass mulch until germination was completed. After germination, plants were sprayed twice with Ridomil MZ (2 kg/ha) at a 2-weekly interval before transplanting.

Seedlings were transplanted when plants had developed 4 - 5 true leaves (21 May). They were planted in rows spaced 0.80 m apart with 0.40 m between plants within the row. Field beds were fertilised with 180 kg/ha N-P-K and 100 kg/ha ammonium sulphate. Both fertiliser treatments were split into two: half was applied during transplanting and the rest 7 weeks later. Chicken droppings (3-2-4 N-P-K) were applied to the beds at 1200 kg/ha before transplanting. Ammonium sulphate was applied at 270 kg/ha during flowering. After transplanting all plants received two weekly sprays of Ridomil MZ at 2 kg/ha. Three sprays of a foliar fertiliser, Fertigofof 313 (4 l/ha), were applied on leaves every two weeks following fruit initiation. Plants were staked and the field was hand weeded as needed.

Late blight management was performed weekly from 7 June [17 Days After planting (DAT)] with crop sanitation, Ridomil MZ applications, or both. All treatments were initiated at the apparition of first visible foliar late blight symptoms. Ten weekly foliar sprays of the fungicide were applied at 2 kg/ha. A sticker, Excell (0.1% v/v), was incorporated into the spray solution. Crop sanitation was performed ten times by picking late blighted leaves weekly. Control plots were neither sprayed, nor rid of diseased leaves. Deltamethrin (Decis 25 EC, 2.5 g a.i./ha) was applied thrice on the foliage at two-weekly intervals to control aphids and whiteflies. All pesticide treatments were applied with a Hardi knapsack sprayer, using a spray volume of 700 l/ha at a maximum pressure of 4 kg/cm² with a single flat fan nozzle.

Disease and yield evaluations

Ten weekly disease severity ratings were scored on five randomly selected plants in the middle row of each plot. The assessments were initiated 28 DAT. The severity (percent tissue area diseased) of late blight was scored using the modified Horsfall-Barratt rating scale (2). Standardised values for area under disease-progress curve (SAUDPC), expressed in percentages, were calculated for each plot using the formula (3):

$$SAUDPC = \sum_i^{n-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2[t_n - t_1]} (t_{i+1} - t_i)$$

where y_i = percent disease severity at the i^{th} observation, t_i = time (days) from planting at the i^{th} observation, n = total number of observations.

At maturity (65 DAT), fruits were harvested twice per week from the central plants in each plot. They were sorted, counted and weighed and marketable yields were expressed in tonnes fresh wt/ha. Percent fruit rot due to late blight infection was assessed for each plot. Disease and yield data were subjected to analyses of variance and Duncan's new multiple range test ($P \leq$

0.05) was used to compare means among varieties and disease control methods.

Results

The effects of variety x management method interactions on disease variables (SAUDPC, epidemic rate, and final blight severity) were not significant. The main effects of varieties and management methods on these variables are presented in table 1.

SAUDPC, epidemic rate or final blight severity compared to the control or those that received sanitation alone. Late blight management with sanitation practices did not provide any significant reduction in SAUDPC, blight progress rates or final blight severity over the untreated control (Table 1).

A highly significant ($P= 0.001$) variety x management method interaction was recorded for both marketable yield and percent fruit infection. Besides Mecline,

Table 1
Main effects of variety and management method on standardized area under disease progress curve (SAUDPC), epidemic rate and final tomato late blight severity

Main effect	SAUDPC (%)	Epidemic rate	Final blight severity (%)
Variety			
Mecline	17.9 bZ	0.227 c	62.7 b
ARP I366-1	45.6 a	0.330 a	82.9 a
ARP-D1	39.7 a	0.299 ab	83.4 a
ARP-D2	48.8 a	0.340 a	85.3 a
Roma	45.7 a	0.256 bc	75.4 ab
Management method			
Control	61.1 a	0.380 a	98.8 a
Sanitation	56.2 a	0.365 a	96.1 a
Ridomil MZ	21.2 b	0.208 b	59.6 b
Sanitation + Ridomil MZ	19.6 b	0.210 b	57.3 b

^ZMeans within a column for each main effect followed by different letters are significantly different according to Duncan's new multiple test ($P= 0.05$).

The least values for SAUDPC epidemic rate or final blight severity were recorded on Mecline. Consequently, late blight was less severe on Mecline compared to the other varieties tested. Late blight progress rates were fastest on ARP I366-1 and ARP D2 and slowest on Mecline (Table 1).

Plots on which late blight was managed with Ridomil MZ or Ridomil MZ + sanitation had the least values for

other varieties did not yield any marketable fruits in control or sanitation plots as all the fruits were blighted on these plots. The highest yield on each variety was obtained on plants exposed to a combination of Ridomil MZ + sanitation treatments, closely followed by those treated with Ridomil MZ alone. For all the varieties, marketable fruit yields ranged from 3.90 - 18.20 t/ha in Ridomil MZ plots and 5.77 - 23.35 t/ha in plots that received the combined treatments (Table 2).

Table 2
Effect of late blight management method on marketable yield (t/ha) of tomato

Variety	Control	Sanitation (S)	Ridomil MZ (R)	S + R
Mecline	2.94 cZ	3.20 c	18.20 a	23.35 a
ARP I366-1	0 c	0 c	16.38 b	10.56 a
ARP-D1	0 b	0 b	13.90 ab	15.77 a
ARP-D2	0 b	0 b	15.19 ab	17.10 a
Roma	0 c	0 c	16.84 b	22.76 a

^ZMeans within a row followed by different letters are significantly different according to Duncan's new multiple test ($P= 0.05$).

Except for Mecline, no marketable fruits (100% fruit loss) were harvested on untreated plants or on those that received sanitation treatments. Plants treated with Ridomil MZ alone or in combination with sanitation had the least amount of fruit infections. Fruit infections were ranged 29 – 45% in fully treated plots and 28 – 53% in Ridomil MZ plots (Table 3).

implementation of this disease management tactic on tomato still needs to be further investigated.

Despite the weekly fungicidal spray schedule used in this trial, percent fruit infection was still high, indicating that the weekly spray schedule might not have been adequate in controlling the disease. Shorter spray

Table 3
Effect of late blight management method on percent fruit rot incidence of tomato

Variety	Control	Sanitation (S)	Ridomil MZ (R)	S + R
Mecline	64 a ^z	69 a	32 b	30 b
ARP I366-1	100 a	100 a	53 b	45 b
ARP-D1	100 a	100 a	53 b	39 c
ARP-D2	100 a	100 a	35 b	29 b
Roma	100 a	100 a	28 b	29 b

^zMeans within a row followed by different letters are significantly different according to Duncan's new multiple test (P= 0.05).

Discussion

Tomato growers in Cameroon usually control late blight with an intensive fungicide usage (10, 12). Weekly picking of diseased leaves was laborious and did not provide any significant reduction in late blight intensity or progress in the field. However, when this tactic was combined with chemical fungicide treatments, there was a significant improvement in marketable yields for ARP I366-1 and Roma. Despite the regular picking of diseased foliage in the field, late blight progress and intensity was not significantly different between picked and unpicked plants. As reported for potato late blight (7 - 9), some healthy leaf area is lost during picking of blighted leaves and could account for the low yields on picked plants. Moreover, picking of diseased leaves provide more wounds for further late blight infections.

The sanitation treatments did not provide any significant increase in yields over unsprayed controls. Sanitation was effective only when used in association with the fungicide treatment. This could be attributed to the fact that the fungicide also protects the wounds from re-infection by the pathogen. Although, sanitation has been successfully used in potato to limit late blight severity and improve tuber yields in potato (7 - 9), the

intervals (of 4 days) were reported to be more effective against late blight in Indonesia although disease incidence was also reported to be high (18, 19). In Uganda, two fungicide sprays per week are recommended for an integrated disease management system for tomato late blight (1, 15).

Conclusion

Mecline was the most tolerant to late blight and out-yielded Roma, the most widely grown variety in Cameroon (12). It also out-yielded varieties obtained from AVRDC/ARP, such as ARP I366-1, ARP D1 and ARP D2. This variety may, therefore, be recommended for tomato farmers in the country. Our results suggest that fungicide-alternative methods of late blight protection, such as a regular picking of diseased leaves is not effective in controlling late blight epidemics compared to weekly sprays of chemical fungicides, such as Ridomil MZ.

Acknowledgements

This study was funded by a grant from the International Foundation for Science. We thank the AVRDC/ARP Arusha, Tanzania, for providing seeds used in the experiments.

Literature

1. Akemo M.C., Ssekyewa C., Kyamanywa S., Adipala E., Wilson H. & Erbaugh M., 2002, Developing IPM systems for tomato: a case study from Uganda. pp 362-368. *In: Proceedings of IPM Conference for Sub-Saharan Africa.* 8-12 Sept. 2002. Kampala, Uganda.
2. Berger R.D., 1980, Measuring disease intensity. pp 28-31. *In: Proc. E.C. Stakman Commemorative Symposium on Crop Loss Assessment.* Univ. of Minnesota Misc. Publ. 7.
3. Campbell C.L. & Madden L.V., 1990, Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, New York. 532 p.

4. Dowley L.J. & O'Sullivan E., 1994, The effect of phenylamide/mancozeb mixtures on the control of late blight of potatoes. *Irish J. Agricultural & Food Research*, 33, 177-181.
5. FAO, 1999, Food and Agriculture Organisation Production, Quarterly Bulletin of Statistics. Vol. 12: 3/4. FAO, Rome.
6. Fontem D.A., 1993, Survey of tomato diseases in Cameroon. *Tropicicultura*, 11 (3), 87-90.
7. Fontem D.A., 1995, Yield of potato as influenced by crop resistance, sanitation and fungicidal treatments against late blight. pp 551-554. *In*: M.O. Akoroda & I.J. Ekanayake (Editors), Root crops and poverty alleviation. IITA, Ibadan, Nigeria.
8. Fontem D.A., 1995, Yield of potato as influenced by crop sanitation and reduced fungicidal treatments. *Tropicicultura*, 13 (3), 99-102.
9. Fontem D.A., 1998, Dynamics and integrated management potato late blight in Cameroon. PhD Thesis. University of Benin, Lomé, Togo. 161 p.
10. Fontem D.A., 2003, Quantitative effects of early and late blights on tomato yields in Cameroon. *Tropicicultura*, 21 (1), 36-41.
11. Fontem D.A. & Bouda H., 1996, Situation de la lutte contre le mildiou de la pomme de terre à l'ouest-Cameroun. Conf. on the Contributions of Biotechnology in Potato Production in Central Africa. Dschang, Cameroon. 13 - 17 Feb. 1996.
12. Fontem D.A., Gumedzoe M.Y.D. & Nono-Womdim R., 1998-99, Biological constraints in tomato production in the western highlands of Cameroon. *Tropicicultura*, 16-17 (3), 89-92.
13. Fontem D.A., Nono-Womdim R., Opeña R.T. & Gumedzoe M.Y.D., 1996, Impact of early and late blights on the tomato yields. *Tropical Vegetable Inform. Ser.* 1, 7-8.
14. Jones J.B., Jones J.P., Stall R.E. & Zitter T.A. (eds), 1981, Compendium of tomato diseases. American Phytopathological Soc. Press, St Paul. 73 pp.
15. Kasenge V., Akemo M.C., Taylor D.B., Kyamanywa S., Adipala E. & Mugonola B., 2002, Economics of fresh market tomato production in peri urban farmers in Wakiso district. pp 301-306. *In*: Proceedings of IPM Conference for Sub-Sahara Africa. 8-12 Sept. 2002. Kampala, Uganda.
16. Messiaen C.M. & Lafon R., 1970, Les maladies des plantes maraîchères. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris. 441 pp.
17. Nuninger C., Steden C. & Staub T., 1995, The contribution of metalaxyl-based fungicide mixtures to potato late blight control. pp 122-129. *In*: L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cooke, T. Keane & E. O'Sullivan, (Editors), *Phytophthora 150: Proceedings*. Boole Press, Teagasc, Dublin.
18. Suhari., 1976, Fungicides screening against *Phytophthora infestans* on tomato. *Bull. Penelitian Hortikultura*, 4, 13-22.
19. Suhari, Masdiar B., Bismo, Vermeulen H. & Widjorini S., 1976, The chemical control of *Phytophthora infestans* on tomatoes in Indonesia. *Bull. Penelitian Hortikultura*, 4, 45-54.

D.A. Fontem, Cameroonian, Ph.D. (plant pathology), Associate Professor, University of Dschang, Cameroon.

P.C. Younyi, Cameroonian, Ingénieur Agronome, Ministry of Agriculture, Bamenda, Cameroon.

M.N. Suh, Cameroonian, Ingénieur Agronome, Ministry of Agriculture, Buea, Cameroon.

Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: effets de quelques plantes, d'aliments concentrés et de la teneur en calcium alimentaire sur la croissance d'*Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors-sol en bâtiment

A. Otchoumou^{1*}, Mathilde Dupont-Nivet² & H. Dosso³

Keywords: *Archachatina ventricosa* (Gould)- *Lactuca sativa* (Apiaceae)- *Brassica oleracea* (Brassicaceae)- *Laportea aestuans* (Urticaceae)- *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae)- Calcium- Growth

Résumé

Des escargots *Archachatina ventricosa* (Gould) de 37,06 g de poids vif et de 6,01 cm de longueur de coquille ont été soumis à deux régimes alimentaires composés de feuilles de *Lactuca sativa* (Apiaceae) et de *Brassica oleracea* (Brassicaceae) pour R_1 et de feuilles de *Laportea aestuans* (Urticaceae) et de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae) pour R_2 et quatre régimes concentrés sous forme de farine (R_T , R_3 , R_4 et R_5) de teneurs en calcium variable (0,05%; 0,59%; 6,82%; 12,02%; 14,03% et 16,01% respectivement) en vue de déterminer le taux de calcium induisant les meilleures performances de croissance. Les performances de croissance des régimes concentrés sous forme de farine sont deux fois supérieures à celles des régimes végétaux. Le taux optimal de calcium alimentaire induisant les meilleures performances de croissance est égal à 16,01% (R_5). A des taux supérieurs à cet optimum calcique, *Archachatina ventricosa* (Gould) produit beaucoup plus de coquille que de viande.

Summary

The Edible Ivorian Snails: Effects of Some Vegetables, Concentrated Diets and Dietary Calcium on the Growth of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in Indoor Rearing

Archachatina ventricosa (Gould) snails with 37.06 g body weight and 6.01 cm shell length were given two vegetable diets dialed with leaves of *Lactuca sativa* (Apiaceae) and *Brassica oleracea* (Brassicaceae) for R_1 , leaves of *Laportea aestuans* (Urticaceae) and *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae) for R_2 and four concentrated diets (R_T , R_3 , R_4 and R_5) with variable calcium content (0.05%, 0.59%, 6.82%, 12.02%, 14.03% et 16.01% respectively) in order to determine the calcium content inducing the best growth and the cumulated mortality rate. This optimum calcium content was 16.01%. At higher calcium content, *Archachatina ventricosa* produced more shell than meat.

Introduction

Le mini-élevage est l'exploitation rationnelle et contrôlée d'animaux sauvages tels que les escargots, les rongeurs comme le cricétome ou l'aulacode, le cobaye, les grenouilles, les vers de compost. L'achatiniculture est l'élevage des escargots géants africains *Achatina* et *Archachatina* (15). Il constitue pour les pays en voie de développement dont la Côte d'Ivoire, un moyen de produire localement des protéines animales et des minéraux de qualité, utilisables en alimentation animale et humaine (1, 2, 3, 21, 25). En Côte d'Ivoire, les espèces concernées sont: *Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) et *Archachatina ventricosa* (Gould). La dernière espèce citée, jadis peu consommée à cause de nom-

breux tabous, est actuellement vendue sur les marchés et constitue une source de revenu pour les populations forestières. Face à la pression de ramassage due à une demande croissante, il est nécessaire de développer l'élevage dans le but de préserver la ressource de la sur-exploitation. L'achatiniculture s'inspire de l'héliciculture européenne et utilise une alimentation exclusivement végétale (10, 22, 27) qui jusqu'à ce jour a donné des résultats très peu prometteurs. Un élevage rationnel dans un système de production hors-sol contrôlée nécessite un aliment adéquat notamment concentré sous forme de farine. Le calcium est un nutriment important dans l'alimentation des escargots car intervenant dans la confection

¹Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, UFR des Sciences de la Nature, Université d'Abobo-Adjamé, 26 BP 623, Abidjan 26, Côte d'Ivoire. Email: atcho@aviso.ci; Tél: (225) 21-24-43-33; Fax: (225) 21-24-43-33.

²Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire de Génétique des Poissons, 78352 Jouy en Josas Cedex, France.

³Centre de Recherches en Ecologie (CRE), Université d'Abobo-Adjamé, 52 BP 80, Abidjan 52, Côte d'Ivoire.

Reçu le 31.10.03. et accepté pour publication le 06.02.04.

de sa coquille (8, 11). Il apparaît donc primordial dans la mise au point d'un aliment concentré sous forme de farine d'orienter les recherches vers les teneurs en calcium. Ainsi dans le présent travail, nous nous sommes attachés à rechercher un aliment concentré sous forme de farine, d'une teneur en calcium convenable, capable d'augmenter les performances de croissance d'*Archachatina ventricosa* (Gould) dans le but de développer son élevage et son usage alimentaire.

Matériel et méthodes

Les animaux

Six cent jeunes escargots de l'espèce *Archachatina ventricosa* (Gould) de $37,06 \pm 0,01$ g de poids vifs et de $6,01 \pm 0,01$ cm de longueur de coquille ont été utilisés (Figure 1).



Figure 1: Spécimens de l'escargot *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850).

Leur âge, estimé à partir de courbes de croissance linéaire (16, 22, 27) est d'environ 10 mois. Ils sont issus de ramassages effectués dans les forêts du sud-ouest de la Côte d'Ivoire sur une superficie d'environ 2 hectares et ont séjourné pendant 2 semaines dans nos installations pour s'y acclimater. Ils ont été nourris aux feuilles de papayer [*Carica papaya* (Caricaceae)] durant cette période.

Les régimes alimentaires

A l'issue de ces deux semaines, nous avons proposé six régimes alimentaires aux escargots:

deux régimes végétaux R_1 et R_2 constitués d'un mélange de 50% en poids de feuilles de *Lactuca sativa* (Apiaceae) et de 50% en poids de feuilles de *Brassica oleracea* (Brassicaceae) pour R_1 et de 50% en poids de feuilles de *Laportea aestuans* (Urticaceae) et de 50% en poids de feuilles de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae) pour R_2 . Ces végétaux ont été choisis sur la base de travaux d'inventaires et de préférences alimentaires (22).

Trois régimes composés sous forme de farine R_3 , R_4 et R_5 de teneurs en calcium différentes et un régime témoin R_T (Laboratoire Central de Nutrition Animale) (22, 27). La formulation de ces régimes est donnée dans le tableau 1.

Les caractéristiques principales des régimes ont été vérifiées par analyse chimique par la méthode AOAC (6). Les résultats sont rassemblés dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 1
Constituants et caractéristiques calculées/MS des régimes alimentaires

Constituants (g)													
	Maïs	Tourteaux de coton	Soya graines	Farine de poisson	Blé tendre remoulage bis	Phosphate bicalcique	Vitamines	Carbonate de calcium	Sel	Calphosel escargot	Oligo-éléments	Agar-agar	Total
R_3	10	16	16	–	15	4	0,5	28,7	0,4	–	0,1	9,3	100
R_4	10	16	16	–	15	4	0,5	34	0,4	–	0,1	4	100
R_5	9,7	15,7	15,7	–	14,7	4	0,5	39,2	0,4	–	0,1	–	100
R_T	13	10	–	12	50	–	–	–	–	15	–	–	100
Caractéristiques/MS													
	Energie Brute cal/g	Matière Azotée Totale	Calcium Total	Phosphore Total	Matière Grasse	Amidon	Sucres Libres	Cellulose Brute en	Cendres	Protéines Brutes			
R_3	2785	17,48	12,02	1,2	4,71	12,56	3,1	4,76	33,43	–			
R_4	2785	17,48	14,03	1,2	4,71	12,56	3,1	4,76	38,47	–			
R_5	2727	17,14	16,01	1,19	4,61	12,24	3,04	4,67	43,35	–			
R_T	2040	–	06,82	–	4,12	18,87	3,41	7,23	23,47	23,36			

NB: Résultats en % de matière sèche

Tableau 2
Composition des aliments déterminée par analyse chimique (6)

	Poids échantillon	Matière Sèche	Protéines	Lipides Totaux	Matières minérales	Energie Brute en cal/g
R ₁	45,18	89,43	23,40	2,19	10,25	4,096
R ₂	34,63	92,60	23,74	4,65	19,65	3,813
R _T	43,99	89,35	24,51	1,72	20,93	3,617
R ₃	44,50	91,10	20,27	2,50	36,07	2,851
R ₄	46,66	91,77	19,83	2,05	41,36	2,345
R ₅	46,66	93,07	18,35	3,34	45,59	2,380

Elevage et collecte des paramètres de croissance

Les escargots ont été répartis en six régimes de deux répétitions par régime à la densité de 100 escargots/m² soit 50 escargots par bac. Les bacs d'élevage sont en bois parallélépipédiques (L x l x h= 1 m x 0,5 m x 0,15 m). L'intérieur des bacs est recouvert d'une mousse humide «type matelas» de 2 cm d'épaisseur. La mousse est à son tour recouverte par un tissu en coton conservant l'humidité des bacs. Les bacs sont posés au hasard sur des portoirs de trois étages installés contre les murs intérieurs d'un bâtiment de 8,6 m de long sur 7,7 m de large. Chaque quinze jours, vingt-cinq escargots sont prélevés au hasard dans chaque bac, pesés et les longueurs de coquille déterminées à l'aide d'une balance «Sartorius» (sensible au 1/100 mg) et d'un pied à coulisse électronique (sensible au mm) respectivement. Les mortalités sont notées. L'aliment est servi aux animaux *ad libitum*. Au bout de quatre jours, les refus d'aliments sont pesés après séchage à 80 °C à l'étuve et les bacs nettoyés. Pour chaque aliment, un témoin de 100 g, séché à l'étuve à 80 °C permet d'estimer en poids sec les ingestions alimentaires. A la fin des expériences, vingt-cinq escargots par régime sont prélevés après 24 heures de jeûne, sacrifiés, puis la chair est extraite de la coquille, la masse pédieuse comprenant la tête et le bord du manteau est séparée de la masse viscérale composée des glandes digestives, des gonades, de la glande à albumine, du conduit génital, du cœur et du rein. La masse pédieuse, la masse viscérale et la coquille sont pesées frais. Les expériences se sont déroulées dans un bâtiment d'élevage situé sur la ferme expérimentale de l'université d'Abobo-Adjamé au nord d'Abidjan, à une température et une humidité relative moyennes 26 ± 1,3 °C et 82,9 ± 1,2% respectivement et à une photopériode de 12 heures de lumière: 12 heures d'obscurité.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le programme «SAS ® (1987)».

Les moyennes des paramètres de croissance ont été comparées par analyse de variance (12) pour tous les régimes à la variable 105 jours (seuil de confiance 5%). Pour les données individuelles (poids et longueurs), le modèle est le suivant:

$Y_{ijk} = \mu + R_i + B_{ij} + E_{ijk}$ où Y_{ijk} est la variable mesurée, μ la moyenne générale, R_i l'effet fixe du régime alimentaire, B_{ij} l'effet du réplicat et E_{ijk} la résiduelle.

Pour les données de consommation alimentaire et de mortalité cumulée, le modèle est le suivant:

$Y_{ij} = \mu + R_i + E_{ij}$ où Y_{ij} est la variable mesurée, μ la moyenne générale, R_i l'effet fixe du régime alimentaire et E_{ij} la résiduelle.

Les corrélations entre les différents paramètres de croissance ont également été examinées.

Résultats

Les statistiques élémentaires (Tableau 3) révèlent des moyennes de poids vifs et de longueurs de coquille comprises entre 18,80 g et 96,20 g pour une moyenne de 55,51 g et entre 4,20 cm et 7,50 cm pour une moyenne de 6,60 cm respectivement.

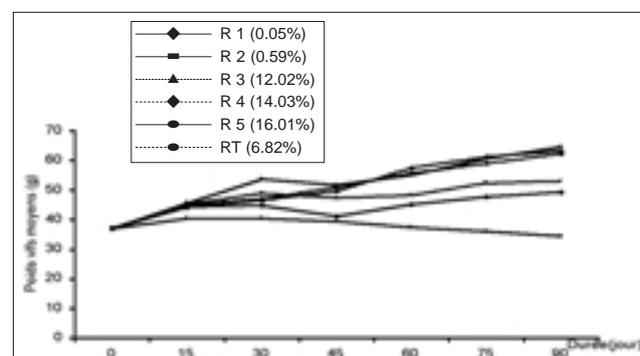


Figure 2: Croissance pondérale d'*Archachatina ventricosa* en fonction du régime et du taux de calcium alimentaire.

Les ingestions alimentaires et les mortalités cumulées quant à elles varient de 3,34 x 10⁻³ g /j/g de poids vif à 13,80 x 10⁻³ g /j/g de poids vif avec une moyenne de 8,85 x 10⁻³ g /j/g de poids vif et de 24% à 70% avec

Tableau 3
Composition des quatre végétaux déterminée par analyse chimique (6)

	Poids échantillon	Matière Sèche	Protéines	Lipides Totaux	Matières minérales	Energie Brute en cal/g
<i>Lactuca sativa</i>	45,12	88,42	22,28	1,26	11,1	4,195
<i>Brassica oleracea</i>	34,01	91,5	26,36	2,11	10,8	3,911
<i>Laporteia aestuans</i>	48,84	94,13	32,22	4,37	23,71	3,644
<i>Phaulopsis falcisepala</i>	28,2	93,47	23,52	3,51	21,85	3,329

une moyenne de 41,83% respectivement. Les poids moyens de la coquille, de la masse pédieuse et de la masse viscérale varient de 12,90 g à 39,20 g; 6,30 g à 25,70 g et 3 g à 15 g pour des moyennes de 28,49 g; 17,74 g et 8,89 g respectivement. Les courbes d'évolution des poids vifs et des longueurs de coquille en fonction du temps et des régimes (Figures 2 et 3) montrent une croissance à faible pente pour les régimes R₁, R₃, R₄, R₅ et R_T et une croissance très légèrement négative pour le régime R₂.

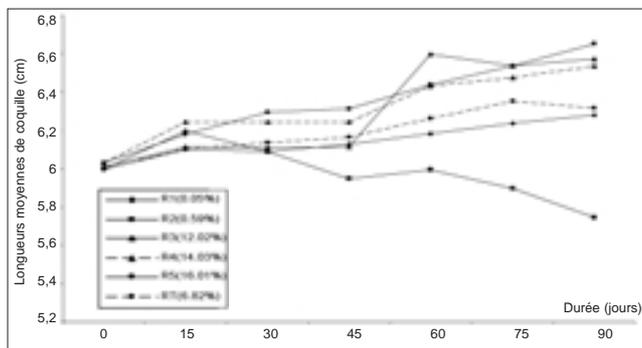


Figure 3: Croissances coquillières d'*Archachatina ventricosa* en fonction du régime et du taux de calcium alimentaire.

Le taux de mortalité cumulée en fonction du temps et des régimes (Figure 4) augmente rapidement jusqu'à 105 jours pour les régimes R₂ et R_T et plus lentement pour R₁, R₃, R₄ et R₅. Quant à l'ingestion alimentaire (Figure 5), elle diminue fortement de 15 à 45 j puis reste stationnaire jusqu'à 105 j.

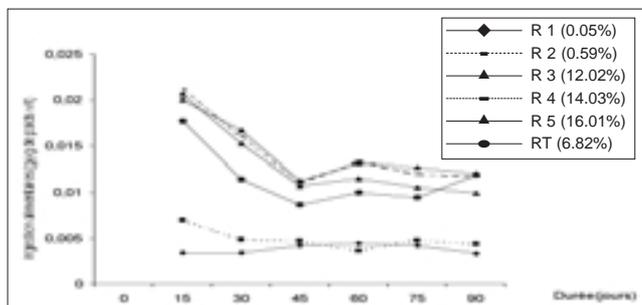


Figure 4: Consommation alimentaire (g/g de poids vif) d'*Archachatina ventricosa* en fonction du régime et du taux de calcium alimentaire.

On note dans l'ensemble que les courbes des régimes végétaux R₁ et R₂ pauvres en calcium (de 0,05% à 0,59%) semblables entre elles traduisent des performances de croissance très nettement différentes de celles des régimes concentrés de farine R₃, R₄, R₅ et R_T moyennement à très riches en calcium (de 6,82% à 16,01%). Les analyses statistiques (Tableau 4) montrent une différence significative (P < 0,05) entre les régimes R₃, R₄ et R₅ de teneurs en calcium de 12,02% à 16,01% , les régimes R₁ et R_T (0,05% et 6,82%) eux même différents de R₂ de teneurs en calcium 0,05% pour les valeurs moyennes de poids vifs. La valeur moyenne des longueurs de coquille du régime R₂ est

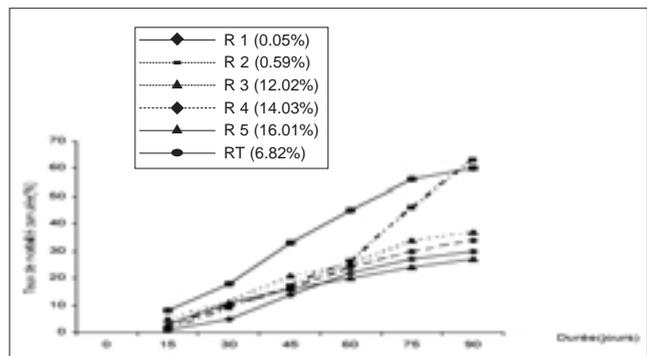


Figure 5: Taux de mortalité cumulée d'*Archachatina ventricosa* en fonction du régime et du taux de calcium alimentaire.

significativement différente de celles des autres régimes (P < 0,05). En ce qui concerne les valeurs moyennes de l'ingestion alimentaire, les régimes R₁ et R₂ diffèrent des régimes R₃, R₄, R₅ et R_T. Les valeurs moyennes des poids de la masse pédieuse et de la masse viscérale du régime R₂ sont différentes de celles de tous les autres régimes au seuil de 5%. Les valeurs moyennes des poids de coquille des régimes R₃, R₄ et R₅ diffèrent de celle du régime R_T qui est elle-même différente de celles des régimes R₁ et R₂.

Quant aux valeurs moyennes du taux de mortalité cumulée elles ne diffèrent guère entre les régimes R₂ et R_T et entre les régimes R₁, R₃, R₄ et R₅. Le tableau 5 montre par ailleurs que les paramètres poids vifs et longueurs de coquille, poids vifs et ingestion alimentaire puis longueur de coquille et ingestion alimentaire sont fortement corrélés de 15 à 90 j (Tableau 6).

Tableau 4
Statistiques élémentaires des principaux paramètres de croissance

	Variable	Effectifs	Moyennes	Déviations standard	Minimum	Maximum
Poids vif (g)	90	297	55,51	15,76	18,8	96,2
Longueur de coquille (cm)	90	297	6,38	6,6	4,2	7,5
Ingestion alimentaire (.10 ⁻³ g /j/g de poids vifs)	90	12	8,85	3,92	3,34	13,8
Mortalité (%)	90	12	41,83	15,73	24	70
Poids de la masse pédieuse (g)	90	71	17,74	4,77	6,3	25,7
Poids de la masse viscérale (g)	90	71	8,89	2,82	3	15
Poids de la coquille (g)	90	71	28,49	6,95	12,9	39,2

Tableau 5
Effet du régime et du taux de calcium alimentaire sur les paramètres de croissance

	Régimes alimentaires					
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R _T
Poids vif (g)	49,29 ^c	34,53 ^d	63,32 ^{ab}	62,34 ^{ab}	64,63 ^a	52,97 ^c
Longueur de coquille (cm)	6,28 ^c	5,74 ^d	6,57 ^{abc}	6,53 ^{abc}	6,65 ^a	6,31 ^{abc}
Ingestion alimentaire (.10 ⁻³ g /j /g de poids vifs)	3,35 ^b	4,41 ^b	12,02 ^a	11,69 ^a	9,87 ^{ab}	11,76 ^a
Mortalité (%)	30 ^{bc}	63 ^a	37 ^{abc}	34 ^{abc}	27 ^c	60 ^{ab}
Poids de la masse pédieuse (g)	18,35 ^{ab}	10,31 ^c	20,13 ^a	19,31 ^{ab}	18,81 ^{ab}	19,75 ^{ab}
Poids de la masse viscérale (g)	8,55 ^{bc}	4,66 ^d	10,88 ^a	9,52 ^{ab}	10,43 ^a	9,9 ^{ab}
Poids de la coquille (g)	21,24 ^c	18,43 ^c	33,04 ^a	34,49 ^a	34,66 ^a	28,72 ^b

NB: Les valeurs moyennes de la même ligne indexées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes (P< 0.05)

Tableau 6
Evolution des coefficients de corrélation durant l'expérience

Variable	Coefficients de corrélation					
	15	30	45	60	75	90
Poids vif/Longueur de coquille	-0.03	0.71	0.67	0.92	0.95	0.97
Poids vif/Ingestion alimentaire	0.55	0.65	0.94	0.86	0.84	0.74
Poids vif/Mortalité	0.36	0.45	0.15	-0.18	-0.37	-0.64
Longueur de coquille/Ingestion alimentaire	0.06	0.03	0.48	0.81	0.77	0.69
Longueur de coquille/Mortalité	-0.33	0.29	0.16	-0.13	-0.28	-0.65
Ingestion alimentaire/Mortalité	0.43	0.38	0.24	0.08	-0.14	-0.00

Le régime R₅ (teneur en calcium 16,01%) offre les meilleures croissances pondérale et coquillière, un meilleur poids de masse pédieuse, viscérale et coquillière, une meilleure ingestion alimentaire et un faible taux de mortalité cumulée. Le taux de calcium alimentaire induisant de meilleures performances de croissance serait donc au moins égal à 16,01%.

Discussion

Les escargots géants africains colonisent les forêts denses au sud du Sahara. On les rencontre sur des sols riches en calcium (19, 26). Ils consomment diverses parties d'une variété de plantes depuis les feuilles et les fruits en passant par les tubercules jusqu'aux racines. De nombreuses espèces végétales ont été testées au cours d'expériences d'inventaires et de préférences alimentaires (5, 9, 22). Cependant, les résultats donnent des performances de croissance relativement faibles dues à de nombreux facteurs et particulièrement les très faibles taux de calcium que renferment ces végétaux (9, 13, 14, 22). La recherche d'un aliment concentré de farine devrait donc tenir compte du taux de calcium à incorporer. En effet, nos résultats montrent une très grande différence entre les deux aliments chlorophylliens (R₁ et R₂) et les aliments composés sous forme de farine R₃, R₄, R₅ et R_T. L'une des raisons serait une différence très nette en énergie métabolisable et en teneurs en nutriments des deux catégories d'aliment. De plus en élevage rationnel, l'aliment vert offre l'inconvénient de produire des fèces volumineuses, collantes, difficile à enlever et il pourrait relativement vite (7). Les aliments composés conviennent donc à la nutrition des escargots, sont d'un emploi plus facile que les végétaux et doivent apporter à la fois l'énergie, les protéines, les minéraux et les vitamines dont les animaux ont besoin. Parmi ces nutriments, le calcium est un élément capital pour la confection de la coquille et la calcification des œufs (8). En milieu naturel, les escargots combleraient les déficits en calcium végétal par le calcium des sols. Les résultats montrent que dans l'expérience organisée, le taux optimal de calcium induisant une meilleure performance de croissance chez *Archachatina ventricosa* (Gould) est égal à 16,01%. Chez *Helix aspersa*, il est de 12,07% (11). Chez *Achatina fulica* (Bowdich), les croissances pondérale et coquillière augmentent en fonction du temps avec une croissance du taux de calcium alimentaire de 2% à 30% (17).

Cependant, le taux optimal de calcium ne pourrait être seul responsable de la forte croissance observée. En effet le calcium agirait en augmentant la concentration totale en minéraux de l'aliment, ce qui favoriserait la croissance (18, 20). Nos résultats montrent que les croissances pondérale et coquillière sont meilleures dans l'ensemble pour les animaux nourris aux aliments concentrés. Les fortes corrélations observées entre les poids vifs et les longueurs de coquille, les poids vifs et les ingestions alimentaires puis les longueurs de coquille et les ingestions alimentaires, signifient qu'une ingestion importante d'aliment et donc de calcium occasionne une forte croissance pondérale qui a pour conséquence une croissance coquillière importante (17). Cependant, les proportions des masses pédieuse, viscérale et coquillière comparées à celles d'*Archachatina* récoltés dans la nature (4) ont triplé pour la coquille (53,62% contre 17,2%) quand celles des masses pédieuse et viscérale sont similaires. Ainsi, lorsque le taux de calcium alimentaire dépassent 16,01%, l'animal a tendance à produire beaucoup plus de coquille que de viande (17), or en alimentation humaine, l'escargot n'est prisé que pour sa viande. Nos résultats montrent aussi que plus le taux de calcium alimentaire est élevé, plus la coquille est lourde, très résistante et moins il y a de mortalités. En effet, la plupart des mortalités en élevage seraient dues aux cassures des coquilles suites aux chutes et aux manipulations (24, 27), l'augmentation du taux de calcium alimentaire apparaîtrait comme une des solutions. Ce surplus de calcium en terme de coquille pourrait servir en alimentation animale.

Conclusion

La lutte pour l'autosuffisance en protéines animales en Afrique passe par le développement du mini-élevage dont l'achatiniculture. Celle-ci offre une perspective prometteuse. Cependant, pour un élevage hors-sol en bâtiment l'alimentation végétale pauvre en calcium donne des résultats de croissance peu satisfaisants par rapport à une alimentation concentrée sous forme de farine de teneur en calcium adéquate. Chez *Archachatina ventricosa*, l'aliment concentré contenant 16,01% de calcium donne des résultats de croissance satisfaisants. Toutefois, une étude de la rentabilité économique d'élevages hors-sol utilisant les deux types d'aliments pourrait nous guider quant au choix du type alimentaire à développer.

Références bibliographiques

1. Aboua F., 1990, Chemical composition of *Achatina fulica*. *Tropicultura*, **8**, 3, 121-122.
2. Aboua F., 1995, Proximate analysis and mineral content of two giant African snails consumed in the Ivory Coast. *Tropical Science*, **35**, 3, 220-222.
3. Aboua F. & Boka K., 1996, Les escargots géants comestibles d'Afrique: quelques aspects physiques et préparation en Côte d'Ivoire. *Nature et Faune*, **12**, 4, 2-9.
4. Adeyeye E.I., 1996, Waste yield, proximate and mineral composition of three different types of land snails found in Nigeria. *International Journal of Food Science & Nutrition*, **47**, 2, 111-116.

5. Ajayi S.S., Fewe O.O., Moriarty C. & Awesu M.O., 1978, Observations on the biology and nutritive value of the giant african snail *Archachatina marginata*. E. Afr. Wild. J. 16, 85-95.
6. AOAC, 1980, Official Methods of Analysis, Ed. Horowitz, W. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
7. Aubert C., 1989, Memento de l'éleveur d'escargots. Institut Technique de l'Aviculture Editeur, 322 p.
8. Bonnet J.C., Aupinel P. & Vrillon J.L., 1990, L'escargot *Helix aspersa*: Biologie-élevage, ISBN Editeur, 124 p.
9. Cobbinah J.R. & Osei-Nkrumah A., 1988, The effect of food on growth of *Achatina achatina*. Snail Farming Research, 2, 20-24.
10. Cobbinah J.R. & Kankam B.O., 2000, Rearing of the giant african snails. In: Acte du séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire en Afrique. Libreville-Gabon, 23-24 mai 2000, p. 89-96.
11. Conan L., Bonnet J.C. & Aupinel P., 1989, L'escargot «petit-gris». Progrès en alimentation. Revue de l'alimentation animale, 3, 24-27.
12. Dagnelie P., 1975, Théories et méthodes statistiques, Applications agronomiques, Les presses agronomiques de Gembloux Ed. 2, 463 p.
13. Ebenso I.E., 2002, Consumption and sales of domesticated snails *Archachatina marginata* in rural southern Nigeria. Tropical Science, 4, 485-487.
14. Ebenso I.E. & Okafor N.M., 2002, Alternative diets for growing *Archachatina marginata* snails in south-eastern Nigeria. Tropical Science, 42, 3, 144-145.
15. Hardouin J., Codjia J.T.C. & Heymans J.C., 1993, Guide pratique d'élevage d'escargots géants africains. FAO et UNB Eds., 72 p.
16. Hodasi J.K.M., 1979, Life history studies of *Achatina achatina* (Linné). Journal of Molluscan Studies, 45, 228-2239.
17. Ireland M.P., 1991, The effect of dietary calcium on growth, shell thickness and tissue calcium distribution in the snail *Achatina fulica*. Comparative Biochemistry & Physiology, 98, 1, 111-116.
18. Ireland M.P. & Marigomez I., 1991, The influence of dietary calcium on the tissue distribution of Cu, Zn, Mg and P and histological changes in the digestive gland cells of the snail *Achatina fulica* (Bowdich). Journal of Molluscan Studies, 58, 2, 157-168.
19. Johannessen L.E. & Solhoy T., 2001, Effects of experimental increased calcium levels in the litter on terrestrial snail populations. Pedobiologia, 45, 3, 234-242.
20. Mazabrand A., 1986, Studies on the effects of dietary beryllium at two different calcium concentrations in *Achatina fulica* (Pulmonata). Comparative Biochemistry & Physiology, 83, 2, 435-438.
21. Mead A.R. & Kemmerer A.R., 1953, Amino acid content of dehydrated giant african snails (*Achatina fulica* Bowdich). Science, 117, 138-139.
22. Otchoumou A., Zongo D. & Dosso. H., 1991, Contribution à l'étude de l'escargot géant africain *Achatina achatina* (Linné). Annales d'Ecologie, Université Nationale de C.I., Tome XXI, 31-58.
23. Otchoumou A., 1997, Etude de trois espèces d'escargots de forêts hygrophiles humides de l'est de la Côte d'Ivoire (*Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) et *Archachatina ventricosa* (Gould)): reproduction et croissance en milieu naturel et en élevage, Thèse de doctorat n° 247/97, Université de Cocody, 140 p.
24. Stiévenart C., 1990, Use of the ratio live weight / shell length to evaluate the growth of giant African snails. Snail Farming Research, 3, 44-47.
25. Struthers M., Rosair G., Buckman J. & Viney C., 2002, The physical and chemical microstructure of the *Achatina fulica* epiphragm. Journal of Molluscan Studies, 68, 2, 165-171.
26. Tattersfield P., Warui C.M., Seddon M.B. & Kiringe J.W., 2001, Land snail faunas of afro-montane forests of Mont Kenya: ecology, diversity and distribution patterns. Journal of Biogeography, 28, 7, 843-861.
27. Zongo D., Coulibaly M., Diambra O.H. & Adjiri E., 1990, Note sur l'élevage de l'escargot géant africain *Achatina achatina* (Linné). Nature et Faune, 6, 2, 32-44.

A. Otchoumou, Ivoirien, Doctorat ès Sciences biologiques, Option: Biologie et écologie animale, Assistant, Enseignant-Chercheur à l'UFR SN de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

Mathilde Dupont-Nivet, Française, Chargée de recherches à Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Génétique quantitative poissons et escargot, Laboratoire de Génétique des Poissons, 78352 Jouy en Josas Cedex, France.

H. Dosso, Maître de recherches, Centre de Recherches en Ecologie (CRE), Université d'Abobo-Adjamé, 52 BP 801 Abidjan 52, Côte d'Ivoire.

Caractères de reproduction et mortalité des jeunes moutons Toronké à la station de recherche zootechnique de Kayes

A. Kouriba*, H. Nantoumé** & D. Togola***

Keywords: Toronke sheep- Reproduction parameters- Death- Death causes- Semi arid zone- Kayes- Mali

Résumé

L'élevage qui constitue une des principales composantes de l'économie malienne (18,5% du PIB) reste insuffisamment valorisé en raison de l'extrême vulnérabilité de son potentiel de production. Les petits ruminants avec leur cycle de production court peuvent contribuer rapidement à la réalisation des objectifs d'autosuffisance alimentaire. Cependant, le cheptel de petits ruminants est confronté à des contraintes majeures comme la faible productivité numérique marquée par la forte mortalité surtout des jeunes. Les caractères de reproduction de la brebis et la mortalité des jeunes moutons Toronké ont été évalués à la station de recherche zootechnique du Toronké dans la zone semi-aride de Kayes. L'animal est convexiligne, eumétrique, sa tête est forte et longue chez le mâle, fine chez la femelle. La robe à fond blanc tachée de pie-roux ou pie-noir représente 77% de la population. Les couleurs uniformes qu'on y rencontre sont le blanc (12%), le roux (9%) et le noir (2%). L'âge moyen au premier part est 545 ± 145 jours. L'intervalle entre mises bas successives a varié de 334 à 253 jours. Le taux de fécondité a été 92%. La prolificité moyenne a varié de 1,02 à 1,06 et le taux annuel de reproduction de 1,06 à 1,20 en fonction de l'âge. Les mises bas interviennent tout au long de l'année. Cependant ces mises bas montrent un pic au mois de décembre où interviennent 40 à 50% des naissances, correspondant à un maximum de fertilité aux mois de juin-juillet, en début d'hivernage, période la plus favorable en ressources alimentaires. La mortalité des jeunes est élevée et évolue en sens inverse de l'âge. Ainsi, 26% des mortalités surviennent pendant le premier mois de la vie des agneaux et 56% des mortalités interviennent dans les trois premiers mois (0-90 jours). Les principales causes de maladies des jeunes ovins ont été les déficiences alimentaires (51%) et les affections digestives (21%). Les mortalités ont été plus fréquentes aux mois de janvier, février et mars avec respectivement 14, 16 et 20%. Cette période correspond à la saison sèche froide avec une transition avec la saison chaude. La saison froide est caractérisée par des intempéries telles que le froid et le vent qui peuvent être à l'origine de plusieurs maladies.

Summary

Reproductive and Mortality Characters of Young Toronke Sheep on the Animal Research Station of Kayes

Livestock which is an important component of Malian economy (18.5% GNP) remains low graded because of the extreme vulnerability of its potential of production due to persistent harsh climate and to non adapted production techniques. Small ruminants that have a short production cycle and a good potential of milk and meat production could rapidly contributed to the objective of food self-sufficiency.

However, small ruminants face major constraints like low numeric productivity and high mortality of young animals. The objectives of this study are to evaluate reproductive parameters and the mortality of young Toronke sheep. Toronke sheep was studied in the semi-arid zone of Kayes, Mali, at the Toronke Animal Science Research Station. Convexilign animal, eumetric, its head is long and strong in the male and small in the female. The color is in a white background, dominated with the red or black patches (77%). The uniform colors found were white (12%), red (9%) and black (2%). The average first kidding age was 545 ± 145 days. The average interval between two successive kidding fluctuated from 334 to 253 days. Rate of fecundity was 92%. Prolificity varied from 1.02 to 1.06 and annual rate of reproduction between 1.06 and 1.20 according to the age. Kidding occurred all year long. However, kidding are higher in December when occur 40 to 50% of kidding, indicating a maximum fertility in June-July, beginning of the rainy season, more favorable period for natural feed sources. Mortality of young animals was high and evaluated in opposite side of the age. So, 26% of the mortality occurred during the first month of the kid's life and 56% of the mortality occurred during the first three months of their life (0-90 days). The mains reasons of the deaths were feed deficiencies (51%) and digestive affections (21%). Death was more frequent from January to March with respectively 14, 16 and 20% for the 3 months. The period corresponds to the cold dry season with a transition to the hot season. The cold season is characterized with harsh weather (cold and winds), which may cause several illnesses.

* Institut d'Economie Rurale, BP 258, Bamako, République du Mali. Tél. 223 22 26 06 ou 223 23 19 05. Fax: (223) 22 37 75. E-mail: aly.kouriba@ier.ml

**Centre Régional de Recherche Agronomique de Samé, BP 281, Kayes, Mali.

***Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba, BP 262, Bamako, Mali.

Introduction

L'élevage qui constitue une des principales composantes de l'économie malienne (18,5% du PIB) reste cependant insuffisamment valorisé en raison de l'extrême vulnérabilité du potentiel de production dus aux aléas climatiques persistants et aux techniques de productions inadaptées. L'insécurité alimentaire qui en découle se manifeste par un déficit sur le plan quantitatif et un déséquilibre nutritionnel en aspect qualitatif dans les apports alimentaires dans la plupart des ménages aussi bien urbains que ruraux. La politique d'autosuffisance alimentaire mise en œuvre par le gouvernement malien pour faire face à cette inefficacité vise à l'amélioration de la production dans le secteur de l'élevage grâce à une politique judicieuse de choix de système de production intensif ou semi-intensif et l'utilisation des espèces selon leur vocation et les aptitudes (espèces à cycle court).

Les petits ruminants qui disposent d'un cycle de production court et d'un potentiel de production, surtout de viande, peuvent contribuer à la réalisation des objectifs d'autosuffisance alimentaire. Cependant, le cheptel de petits ruminants est confronté à des contraintes majeures telles que la faible productivité numérique et la forte mortalité surtout des jeunes. Les paramètres de reproduction (âge à la première mise bas, intervalle entre mises bas successives, taux de fécondité et taux de prolificité) et la mortalité des jeunes animaux sont des éléments déterminants de la productivité des animaux.

C'est dans le souci d'améliorer les productions et la productivité des ovins que la station de recherche zootechnique du Kayes a entrepris d'étudier le mouton Toronké dans différentes conditions de production. Les objectifs de la présente étude sont d'évaluer:

- les caractères de reproduction de la brebis,
- la mortalité des jeunes moutons Toronké.

Localisation de l'étude

L'étude a été conduite dans la zone semi-aride de Kayes à la station de recherche zootechnique du Toronké. Les précipitations moyennes annuelles varient de 600 à 800 mm du nord au sud et interviennent de juin à septembre. Le reste de l'année est sec avec une saison sèche froide de novembre à février et une saison sèche chaude de mars à juin.

Le climat et la végétation sont typiquement sahéliens dans la plus grande partie de la zone sahélo-soudanaïenne juste au nord de Kayes et soudaniens au sud de Kayes. Les pâturages qui dérivent de ces conditions restent homogènes dans les différents terroirs mais arrivent à peine à couvrir tous les besoins des animaux (entretien et productions) et cela pendant une courte période de l'année (premiers stades végétatifs des plantes).

Matériel et méthodes

Le troupeau expérimental a été constitué en 1986 par l'achat de 210 moutons, tous de race Toronké dans les environs de Kayes. Le mode d'élevage initialement pratiqué correspondait aux caractéristiques du système sédentaire extensif avec gardiennage permanent. Toutefois ce mode de conduite du troupeau s'est révélé incommode en raison de la crise alimentaire de longue durée qui résulte du déficit pluviométrique persistant et de la pratique des feux de brousse.

Aussi, à partir de février 1989, une légère amélioration a été apportée dans l'alimentation par un apport de 250 à 300 g de concentré (tourteau de coton ou aliment Achcar) pendant la période allant du 15 février au 15 juillet.

En règle générale, les animaux sont conduits aux pâturages de 9 h à 18 h en évitant tout contact avec d'autres animaux. L'abreuvement a lieu au fleuve Sénégal en saison sèche et dans les mares en hivernage. Une complémentation minérale est fournie en toute saison sous forme de pierre à lécher KNZ¹ rouge ou, à défaut, de sel de cuisine.

Les animaux ont été vaccinés contre la pasteurellose, le charbon symptomatique et la peste. Le déparasitage interne a été effectué 2 fois par an. Le déparasitage externe a été effectué une fois par mois pendant l'hivernage et une fois tous les 2 mois en saison sèche. Une visite sanitaire quotidienne était effectuée pour déterminer et soigner les animaux malades.

Pour capitaliser le maximum d'informations sur les animaux, un système de contrôle des performances a été mis en place sur la base d'un dossier par animal comportant:

- une fiche d'état civil,
- une fiche de croissance,
- une fiche de reproduction, et
- une fiche de production laitière.

Les données qui ont fait l'objet de la présente étude ont été collectées de 1987 à 1990 et ont porté sur un effectif total de 429 moutons Toronké. Toutes les données relatives aux caractères de reproduction ont fait l'objet d'une analyse de variance en utilisant SAS (6).

Résultats et discussion

Aspects morphologiques

Les premières descriptions du mouton Peul Toronké sont fournies par Doutressoule (1), Epistein (2) et

¹ Composition: NaCl 99%; Mg 0,2%; Fe 3000 ppm; Mn 830 ppm; Zn 810 ppm; Cu 220 ppm; I 50 ppm; Co 18 ppm.

Mason (4) et se résumant comme suit: l'animal est convexe, eumétrique, sa tête est forte et longue chez le mâle, fine chez la femelle. Les cornes sont développées et portées horizontalement de chaque côté du front en spirale avec les pointes dirigées en dehors. Les arcades orbitaires sont peu saillantes, les oreilles sont étroites et tombantes. Le garrot est saillant, le cou est musclé et fort chez le mâle, mince chez la femelle. Le rein est court et large et la croupe inclinée. Des études plus récentes (4,5) précisent que la robe à fond blanc dominée par le pie-roux et le pie-noir représente 77% de la population. Les couleurs uniformes qu'on y rencontre sont le blanc (12%), le roux (9%) et le noir (2%). Les mensurations effectuées sur quelques sujets âgés d'environ 24 mois et observés au marché de Bamako donnent 76,13 cm et 72,26 cm comme hauteur au garrot respectivement chez le mâle et la femelle.

Caractères de reproduction

Les paramètres examinés ont été l'âge à la première mise bas, l'intervalle entre mises bas successives, le taux de fécondité et le taux de prolificité.

1. Age à la première mise bas

L'âge moyen au premier part calculé sur 51 sujets nés dans le troupeau est de 545 jours avec un écart-type de 145 jours (Figure 1).

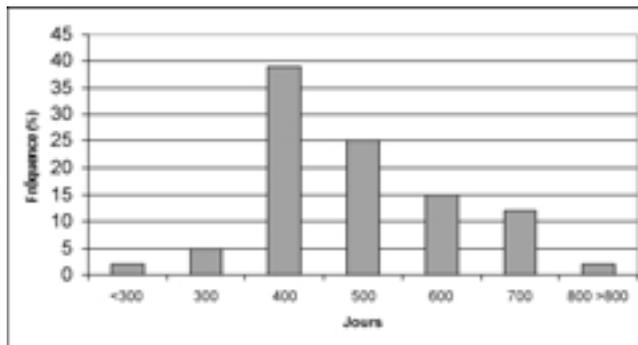


Figure 1: Distribution de l'âge à la première mise à bas des moutons.

La distribution de ce caractère indique une échelle de variation de 300 à 800 jours et même plus. Les valeurs inférieures ou égales à 300 jours de l'âge à la première mise bas ne représentent que 2% de l'effectif tout comme les valeurs supérieures ou égales à 800 jours. Les valeurs d'âge correspondant aux fréquences les plus élevées sont celles comprises entre 400-500 jours. Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux rapportés par Wilson (11) sur le mouton Toronké dans le Mali central (474 jours) et inférieurs à ceux de Sakiliba (5) qui rapportent 702 jours.

2. Intervalle entre mise-bas

L'intervalle moyen entre mises bas successives calculé sur 307 observations a varié de 334 à 253 jours. Le tableau 1 montre la variation de l'intervalle qui passe de 334 jours à la première mise bas à 253 jours à la cinquième à partir de laquelle on note une augmentation non significative.

Tableau 1

Variation de l'intervalle entre mises bas successives des femelles ovines en fonction du rang de parturition

Rang	1	2	3	4	5	6 et plus	Total
Effectif	134	71	51	35	10	5	307
Moyenne	334	323	320	303	253	271	
Ecart-type	102	85	98	81	68	87	

3. Fertilité, prolificité et productivité numérique

Ces paramètres ont été calculés à partir des données du tableau 2.

Le taux moyen de fertilité apparente (rapport du nombre d'agnelage sur le nombre de brebis mises à la lutte) du troupeau calculé sur la base des 3 années d'observations est de 92%, variant de 80% à 105%.

Tableau 2

Données sur les paramètres de reproduction

Éléments	1988	1989	1990	Total
Nombre de reproductrices	78	84	100	262
Nombre de mise bas	82	78	80	240
Simple	80	76	75	231
Gémellaire	2	2	5	9
Nombre d'agneaux	84	80	85	249
Fertilité	105	93	80	92
Prolificité	1,02	1,03	1,06	1,04
Productivité numérique	108	95	85	95

Des taux de fertilité de 103 à 109% ont été observés au Niger, chez des brebis Oudah, alors qu'en Côte d'Ivoire les performances inférieures obtenues chez des brebis Djallonké ont été de 86 à 100% (3). Le taux de fertilité varie en fonction du régime alimentaire comme l'a démontré l'IEMVT (3). La prolificité moyenne ou taille de portée (rapport du nombre

d'agneaux sur le nombre de mise-bas) a été de 1,04; variant de 1,02 à 1,06. Cette évolution de la prolificité montre qu'elle est très sensible à l'âge de la brebis (8, 9, 10, 11). La productivité numérique à la naissance (nombre d'agneaux nés par an pour 100 brebis en âge de reproduire) est 95 en moyenne. Elle a varié de 85 à 108.

4. Répartition des mises bas en fonction des saisons

Un total de 429 mises bas a été enregistré de 1987 à 1990. La répartition de ces mises bas sur les 12 mois de l'année est présentée à la figure 2.

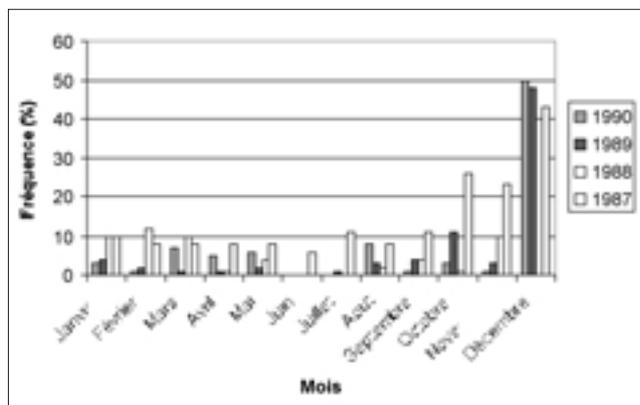


Figure 2: Distribution mensuelle des mises bas des quatre années.

L'analyse du graphique indique que les mises bas interviennent tout au long de l'année. Il est par ailleurs connu que dans les pays tropicaux, les brebis peuvent venir en chaleurs à n'importe quelle période de l'année. Elles sont polyoestriennes non saisonnées ou à cycle non saisonnier et il en résulte que la brebis peut se reproduire toute l'année. Cependant les mises bas montrent un pic aux mois d'octobre à décembre avec un maximum en décembre au cours duquel interviennent 40 à 50% des mises bas selon les années. Cette tendance des mises bas indiquant un pic en décembre montre que le maximum de fertilité se situe aux mois de juin-juillet. Cette période qui correspond au début de l'hivernage, représente les mois les plus favorables en ressources alimentaires (pâturages naturels).

Mortalité des jeunes

Tous les cas de mortalité recensés dans le troupeau de 1987 à 1990 sont présentés dans la figure 3.

Il ressort de cette figure que la mortalité des jeunes évolue en sens inverse de l'âge. Ainsi, 26% des mortalités surviennent pendant le premier mois de la vie des agneaux et que 56% des mortalités interviennent dans les trois premiers mois (0-90 jours). La mor-

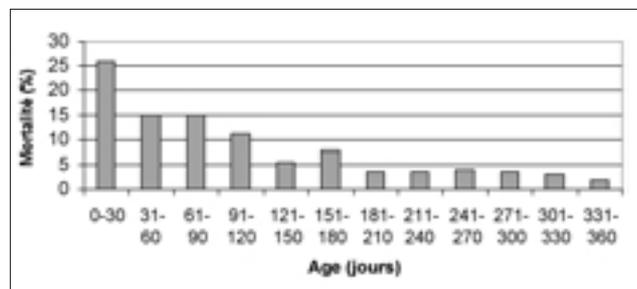


Figure 3: Distribution des mortalités (%) en fonction de l'âge.

talité des ovins en général et celle des jeunes en particulier est très élevée. Cependant, les taux obtenus au cours de cette étude sont plus élevés que ceux de Wilson (11) qui rapporte un taux de 23,4% pour les ovins de 0 à 150 jours.

L'analyse des causes de mortalité a été sommairement esquissée sur la base des suspicions de maladies regroupées en 5 grandes catégories et présentées au tableau 3.

Tableau 3

Répartition des mortalités par année et par affection

Éléments	1987	1988	1989	1990	Total	
					Nombre	%
Pneumopathies	14	6	—	4	24	9
Affections digestives	6	16	21	11	54	21
Déficiences alimentaires	48	68	8	5	129	51
Maladies infectieuses	7	1	5	4	17	7
Autres	8	15	2	5	30	12
Total	83	106	36	29	254	100

Les principales causes de maladies des jeunes ovins ont été les déficiences alimentaires (51%) et les affections digestives (21%). Les mortalités par déficiences alimentaires regroupent toutes celles survenues par misère physiologique, faiblesse à la naissance et tous les cas d'avitaminose. Les maladies infectieuses et les pneumopathies sont présentes mais d'importance plus faible (7 et 9% respectivement). Les affections sont plus nombreuses en 1987 et 1988. A l'acquisition, en juin 1986, l'effectif de 210 moutons a été divisé en 2 lots et logés l'un à Gaméra (50 km de Kayes) et l'autre à Soutoucoulé (alentours de Kayes). C'est en février 1989 et suite aux mauvaises conditions pluviométriques que les 2 troupeaux ont été regroupés. Une supplémentation alimentaire de 250 à 300 g de

concentré par animal (graine de coton ou aliment Achcar) en saison sèche (février à juillet) et un suivi sanitaire ont été adoptés. Cette amélioration des conditions alimentaire et sanitaire s'est manifestée par une réduction des affections au niveau du troupeau à partir de 1989.

L'esquisse de la répartition des mortalités selon les mois de l'année a été faite et présentée au tableau 4.

Les mortalités ont été plus fréquentes aux mois de janvier, février et mars avec respectivement 14, 16 et 20% pour les 3 mois. Cette période correspond à la saison sèche froide avec une transition avec la saison chaude. La saison froide est caractérisée par des intempéries telles que le froid, les vents qui peuvent être à l'origine de plusieurs maladies. Cependant le rapprochement de ces résultats avec les causes de mortalité ne permet pas de tirer des enseignements précis et des études plus approfondies sont nécessaires pour clarifier cet aspect.

Tableau 4
Répartition des mortalités selon les mois de l'année

Eléments	1987	1988	1989	1990	Total	
					Nombre	%
Janvier	6	28	1	1	36	14
Février	12	21	7	1	41	16
Mars	10	19	20	3	52	20
Avril	4	9	1	3	17	7
Mai	3	8	2	6	19	7
Juin	7	16	0	2	25	10
Juillet	3	1	3	3	10	4
Août	3	2	0	3	8	3
Septembre	7	0	0	0	7	3
Octobre	8	0	1	1	10	4
Novembre	4	1	0	4	9	4
Décembre	16	1	1	2	20	8
Total	83	106	36	29	254	100

Références bibliographiques

- Doutressoule G., 1947, L'élevage en Afrique Occidentale Française. Editions Larose, 11, Rue Victor-Cousin, II Paris (V^e).
- Epstein H., 1971, The origin of domestic animals of Africa. Vol II. Africana Publishing Co. New York.
- IEMVT, 1980, Les petits ruminants d'Afrique Centrale et d'Afrique de l'Ouest, Synthèse des connaissances. 10, rue Pierre Curie- 94704 Maison Alfort, Cedex. 295 p.
- Mason I.L., 1969, A dictionary of livestock breeds. Tech. Commun. N° 8. Commonw. Bur. Anim. Breed. Genet., Commonwealth Agricultural Bureaux: Farnham Royal, UK.
- Sakiliba A., 1987, Etude de la productivité des ovins Toronké à la Station d'Élevage et de Recherche Zootechnique du Toronké. Mémoire de fin d'études de l'IPR de Katibougou.
- SAS, 1985, SAS User's Guide. Statistics. SAS Inst. Inc. Cary, New York.
- Soumaré C.A., & Ba A., 1988, Etude sur les moutons Toronké de la station d'élevage et de recherche zootechnique du Toronké de Kayes.
- Sow S.R., 1982, Analyse des performances des races Peul et Touabire au CRZ de Dahra. Thèse INPT N° 142.
- Traoré I., 1986, Contribution à l'étude des paramètres zootechniques de reproduction des ovins dans la zone du projet Mali-CICCA. Mémoire de fin d'étude de l'IPR de Katibougou.
- Vallerand F. & Brancert, R., 1975, La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop. **28,4**, 523-545.
- Wilson R.T., 1988, Production animale au Mali central: études à long terme sur les bovins et les petits ruminants dans le système agro-pastoral. CIPEA, Rapport de recherche N° 14.

A. Kouriba, Malien, Doctorat 3^e cycle, Coordonnateur scientifique des productions animales, Institut d'Economie Rurale, BP 258, Bamako, République du Mali. Tél. 223 22 26 06 ou 223 23 19 05. Fax: (223) 22 37 75. E-mail: aly.kouriba@ier.ml

H. Nantoumé, Malien, Ph.D, Chef du programme petits ruminants, Centre Régional de Recherche Agronomique de Samé, BP 281, Kayes, Mali.

D. Togola, Malien, DMV, Chercheur au programme bovins, Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba, BP 262, Bamako, Mali.

Inventaire et identification des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun

Delphine Dongock Nguemo¹, J. Foko², J.Y. Pinta³, L.V. Ngouo¹, J. Tchoumboue^{2*} & P. Zango²

Keywords: Melliferous plants- Inventory- Pollen- Cameroon

Résumé

Entre novembre 2000 et 2001, les principales plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun (LN 5° 21,45' - 5° 35,44' et LE 10° 04,72' - 10° 26,24') ont été recensées et identifiées. Les 78 plantes mellifères identifiées appartiennent à 33 familles, dont les plus représentées, en terme de nombre d'espèces sont dans l'ordre décroissant: Asteraceae 12,9%; Solanaceae 8,6%; Euphorbiaceae 7,6%; Myrtaceae et Malvaceae 6,4%. Les plantes cultivées sont les plus représentées avec 64% des espèces; parmi ces plantes cultivées 63,5% sont pérennes et 36,8% annuelles. La période de floraison des différentes plantes est fonction des saisons avec 69,2% fleurissant en saison de pluie (mi-mars; mi-novembre), 16,7% en saison sèche et 14,1% pratiquement toute l'année. Les couleurs des fleurs des plantes mellifères sont variables avec cependant la dominance de couleur blanche (36%). En terme de produit prélevé, les plantes visitées pour leur pollen sont les plus représentées (41%), 23 % pour le nectar et 16% pour les deux à la fois.

Summary

Inventory and Identification of Melliferous Plants of the Soudano-guinean Western Highlands of Cameroon

Between November 2000 and 2001, an inventory of major important major melliferous plants of the soudano-guinean Western highlands of Cameroon (Latitude North 5° 21.45' - 5° 35.44' and Longitude East 10° 04.72' - 10° 26.24') was carried out. A total of 78 melliferous plants belonging to 33 families were identified. In terms of the number of plants, the most-represented species were Asteraceae (12.9%); Solanaceae (8.6%); Euphorbiaceae (7.6%); Myrtaceae and Malvaceae (6.4%) respectively in decreasing order. When domestication was considered, cultivated species had the highest proportion (64%) of the total melliferous plants identified. Perennial cultivated species were nearly two third (63.5%) more numerous than annual cultivated species (36.5%). Melliferous species flowering in the rainy season (March-November) were more represented (69.2 %) compared to those flowering in the dry season (16.7%) and throughout the year (14.1%). Melliferous plant flowers showed a great diversity of colours with, however, a predominance of white colour (36%). Plants producing pollen were more numerous (41%) as compared to production of nectar (23%) and of both nectar/pollen (16%).

Introduction

Les plantes mellifères sont des espèces végétales d'où l'abeille prélève des substances, notamment le nectar, le pollen et la résine pour se nourrir et pour élaborer ses productions diverses. Il est bien connu que les produits de la ruche reflètent en quantité et en qualité la nature des plantes butinées (8).

L'étude des plantes mellifères apparaît ainsi d'un grand intérêt. Cette connaissance fournit des bases pour l'évaluation objective de la productivité quantitative et qualitative des abeilles des différentes régions.

Bien plus, elle peut fournir des éléments de conception rationnelle de systèmes agroforestiers destinés essentiellement à favoriser le travail des abeilles. Ceux-ci sont qualifiés de systèmes apisyvicoles lorsqu'ils associent des végétaux ligneux à l'apiculture.

Si dans les pays développés, beaucoup de travaux ont été consacrés depuis longtemps à l'étude des plantes mellifères (3, 6, 7, 9, 15, 18), en Afrique par contre et plus particulièrement en Afrique sub-saharienne, les travaux relatifs à la connaissance des

(1) Faculté des sciences, Université de Yaoundé I – Cameroun.

(2) Faculté d'Agronomie (FASA), Université de Dschang - Cameroun.

(3) Faculté des Sciences, Université de Dschang – Cameroun.

(2*) Adresse de correspondance: J. Tchoumboue, B.P. 383, Dschang, Cameroun. E-Mail: jtchoumboue@yahoo.fr

Reçu le 04.09.03. et accepté pour publication le 11.02.04.

plantes mellifères sont récents, et limités en nombre (2, 10, 12, 17).

Au Cameroun, l'élevage des abeilles gagne de plus en plus en importance et est considéré comme une source potentielle non négligeable de revenus pour la population rurale, en même temps qu'il peut contribuer à l'amélioration de l'alimentation humaine (10). Divers travaux ont été consacrés à ce sujet (10, 11, 16, 17). Il faut relever cependant qu'il s'est agi pour la plupart d'études préliminaires et limitées quant à l'objectif de connaissance systématique des plantes mellifères.

C'est dans le cadre d'amélioration de la production et de la productivité mellifère au Cameroun que s'inscrit la présente étude. De manière plus spécifique, on se propose de procéder à l'inventaire et à l'identification des plantes mellifères des hautes terres de l'ouest Cameroun.

Matériel et méthodes

Zone de l'étude

L'étude s'est déroulée dans la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun (LN 5° 21,45' - 5° 35,44' et LE 10° 04,72' - 10° 26,24'). Le relief est de type montagneux avec une altitude moyenne de 1500 m atteignant 2700 m au point le plus élevé. Les sols sont variés: argilo-ferralitiques, argilo-latériques et volcaniques aux environs des monts Bamboutos. Le climat modifié par l'altitude à deux saisons: une saison de pluies mi-mars à mi-novembre et l'autre de saison sèche (novembre-mars). La pluviométrie annuelle varie entre 1500-2000 mm. L'humidité relative moyenne est de l'ordre de 75%. L'insolation annuelle est de 1874 heures et contribue très positivement à la floraison des plantes en terme d'épanouissement des fleurs. La végétation dans l'ensemble est caractéristique des régions de savane herbeuse et arbustive. L'activité principale de la population de la région est l'agriculture qui a fortement transformé la végétation naturelle.

Recensement et identification des plantes mellifères

Était considérée comme plantes mellifères toutes plantes dont les fleurs étaient visitées par les abeilles pour une durée d'au moins trois minutes. Si l'abeille en repartait avec du pollen facilement visible sur les dernières paires de pattes arrières appelées «corbeilles», elles étaient considérées comme plantes produisant du pollen. Si, par contre au cours de la visite, l'abeille allait en profondeur au niveau des corolles, nous supposons que la plante produisait du nectar. Une interview auprès des agriculteurs et apiculteurs de la région a permis de compléter les connaissances sur l'identification et le recensement.

De chaque plante mellifère ainsi recensée, une tige comportant des feuilles et des fleurs était récoltée en vue de l'identification, qui s'est faite à l'aide des documents de systématique botanique de Souane (14), Wil et Issue (19), Arbonnier (1) et confirmé à l'herbier national.

La couleur des fleurs, le type d'aliment prélevé par les abeilles, les périodes de floraison, le degré de domestication et le type morphologique des plantes mellifères ont été notés.

Résultats et discussion

Répartition des plantes mellifères en fonction des familles

Les 78 plantes mellifères répertoriées dans l'ouest Cameroun (Tableau 1) appartiennent à 33 familles. On peut les regrouper en terme de nombre d'espèces des plantes en 3 groupes de familles: les familles fortement représentées 8 à 13% du total des 78 espèces de plantes mellifères étudiées; il s'agit des: Asteraceae, Solanaceae et Euphorbiaceae avec respectivement 12,9; 8,6% et 7,6%.

Les familles moyennement représentées (5 à 8%) concernent les Malvaceae et Myrtaceae avec 6,4% et les Mimosaceae, Fabaceae avec 5,1% chacune.

Les familles faiblement représentées avec moins de 5% des plantes mellifères recensées. Dans cette catégorie se recrutent les Convolvulaceae (4,1%), les Poaceae (4,1%), les Anacardiaceae, les Apocynaceae, les Araliaceae, les Arecaceae, les Cucurbitaceae, les Hypericaceae, les Rubiaceae avec chacune (2,8%) et enfin 1,2% pour les autres familles: Bignoniaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Caricaceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Cyperaceae, Lauraceae, Liliaceae, Musaceae, Myrsinaceae, Nymphaeaceae, Pinaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sterculiaceae, Verbenaceae.

Répartition des plantes mellifères en fonction du degré de domestication

Ainsi qu'il ressort du tableau 1, et tel que l'illustre la figure 1, un peu plus des deux tiers des plantes mellifères recensées sont cultivées ou adoptées. Les plantes naturelles et de jachères sont ainsi moins représentées (32,5% du total des plantes recensées).

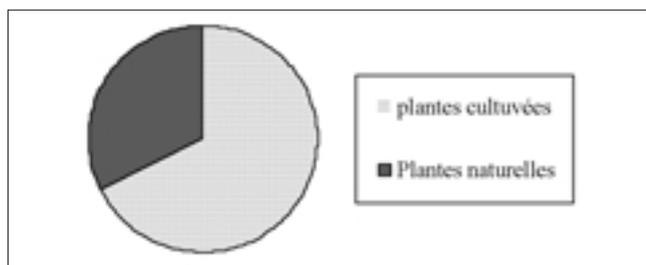


Figure 1: Répartition des plantes mellifères en fonction du degré de domestication.

Tableau 1

Répartition des plantes mellifères en fonction des familles, types morphologiques, de la couleur des fleurs et des aliments prélevés par les abeilles

Familles	Noms scientifiques	Types morphologique	Degré de domestication	Couleur des fleurs	Aliments prélevés	Période de floraison
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Arbre	C	Blanchâtre	N	SS
	<i>Pseudospondia microcarpa</i> *	Arbre	C	Blanche	N	SP
Apocynaceae	<i>Thevetia nerifolia</i>	Arbuste	C	Jaune	NP	SP
	<i>Rauwolfia vomitoria</i>	Arbre	C	Blanche	N	SP
Araliaceae	<i>Schefflera abyssinica</i>	Arbuste	N	Jaune	N	SP
	<i>Schefflera barteri</i>	Arbuste	N	Violette	N	SP
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	Arbre	C	Blanchâtre	P	SP
	<i>Phoenix reclinata</i>	Arbuste	C	Jaune	P	SP
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> *	Herbe	N	Violette	P	SP
	<i>Ageratum hostonianum</i> *	Herbe	N	Violette	P	SP
	<i>Aspilia africana</i> *	Herbe	N	Jaune	NP	SP
	<i>Bidens pilosa</i> *	Herbe	N	Blanche jaune	NP	SP
	<i>Emilia coccinea</i> *	Herbe	N	Jaune	P	SP
	<i>Galinsoga ciliata</i> *	Herbe	N	Blanche-jaune	P	SP
	<i>Taraxacum officinale</i> *	Herbe	N	Jaune	N	SP
	<i>Tithonia diversifolia</i> *	Arbrisseau	N	Jaune	P	TA
	<i>Vernonia amygdalina</i> *	Arbrisseau	C	Blanche	P	SS
<i>Vernonia conferta</i> *	Herbe	N	Blanc-violacé	P	SS	
Bignoniaceae	<i>Markhamia lutea</i> *	Arbre	N	Jaune	N	SP
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.*	Arbre	N		N	SP
Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i>	Arbuste	C	Verdâtre	NP	SP
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Arbuste	C	Blanche	NP	SP
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Arbre	N	–	P	SS
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Herbe	C	Blanche	N	SP
	<i>Ipomoea carnea</i>	Arbrisseau	N	Rose	NP	TA
	<i>Ipomoea triloba</i> *	Herbe	N	Violette	NP	TA
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i>	Herbe	C	Jaune-orangé	NP	SP
	<i>Sechium edule</i>	Herbe	C	Verdâtre	NP	SP
Cupressaceae	<i>Cupressus bentani</i>	Arbre	C	–	P	SP
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.*	Herbe	N	Beige	P	SP
Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> *	Arbrisseau	N	Verdâtre	P	SP
	<i>Alchornea laxiflora</i> *	Arbrisseau	N	Verdâtre	P	SS
	<i>Croton macrostachyus</i>	Arbuste	N	Beige	P	SP
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Arbrisseau	N	Rouge	P	SP
	<i>Macaranga cf. uniflora</i> *	Arbuste	N	Blanche	P	SS
	<i>Manihot esculentus</i>	Arbrisseau	C	Verdâtre	N	SS
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i>	Herbe	C	Jaune-orangé	NP	SP
	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbuste	C	Blanche	N	SS
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Herbe	C	Blanche	N	SP
	<i>Sesbania sesban</i>	Arbuste	C	Jaunâtre	N	SP
Hypericaceae	<i>Hypericum lanceolatum</i>	Arbre	N	blanche	N	SP
	<i>Psorospermum febrifigum</i>	Arbuste	N	Blanche	N	SS
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Arbre	C	Verdâtre	NP	SP
Liliaceae	<i>Hypeastrum equestre</i> *	Herbe	C	Orange	NP	TA

Familles	Noms scientifiques	Types morphologique	Degré de domestication	Couleur des fleurs	Aliments prélevés	Période de floraison
Malvaceae	<i>Albemoscus esculentus</i>	Arbrisseau	C	Jaune	NP	SP
	<i>Hibiscus asper*</i>	Herbe	C	Blanche	NP	SP
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Arbrisseau	C	Rouge	NP	TA
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Arbrisseau	C	Rouge	P	TA
	<i>Sida acuta*</i>	Herbe	N	Jaunâtre	NP	SP
Mimosaceae	<i>Albizia sp.</i>	Arbre	N	Blanche	P	SS
	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Arbuste	C	Blanc-rose	PN	TA
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Arbuste	C	Blanche	P	TA
	<i>Mimosa invisa*</i>	Herbe	N	Rose	P	SP
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Herbe	C	Blanche	N	TA
Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i>	Arbre	C	Blanche	NP	SP
	<i>Eugenia uniflora</i>	Arbuste	N	Blanche	NP	SP
	<i>Callistemon viminalis</i>	Arbre	C	Rouge	P	TA
	<i>Psidium guajava</i>	Arbuste	C	Blanche	N	SP
	<i>Syzigium aromaticum</i>	Arbuste	C	Rose-blanc	NP	SP
Myrsinaceae	<i>Maesa lanceolata</i>	Arbrisseau	C	Blanchâtre	NP	SP
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba*</i>	Herbe	N	Blanche	NP	SP
Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	Arbre	C	-	P	SP
Poaceae	<i>Cynodon dactylon*</i>	Herbe	N	Verte	P	SP
	<i>Pennisetum purpureum*</i>	Herbe	N	Beige	P	SP
	<i>Zea mays</i>	Herbe	C	Blanche	P	SP
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	Arbre	N	Blanche	N	SS
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Arbuste	C	Blanche	NP	SS
	<i>Coffea robusta</i>	Arbuste	C	Blanche	NP	SS0
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Arbuste	C	Blanche	Np	SP
Solanaceae	<i>Capsicum frutescence</i>	Herbe	C	Blanche	P	SP
	<i>Datura metel*</i>	Arbrisseau	N	Blanche	NP	SP
	<i>Nicotiana tabacum*</i>	Herbe	C	Blanche	P	SP
	<i>Physalis angulata</i>	Herbe	C	Jaunâtre	NP	SP
	<i>Solanum nigrum</i>	Herbe	C	Blanche	P	SP
	<i>Solanum torvum*</i>	Arbuste	C	Blanche	P	SP
	<i>Solanum tuberosum</i>	Herbe	C	Blanche	NP	SP
Sterculiaceae	<i>Cola sp.</i>	Arbre	C	Blanche	P	SP
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Arbrisseau	C	Rouge-blanc-rose	P	TA

Légende:

(*) Plantes dépourvues de véritable fleurs: gymnospermes.

C: plantes cultivées; N: plantes naturelles

P: pollen; N: nectar; NP: nectar/pollen

SP: saison des pluies; SS: saison sèche; TA: toute l'année.

Lorsqu'on considère les plantes cultivées, les arbres fruitiers sont les plus représentées (28,5%) avec dans l'ordre *Coffea arabica*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Mangifera indica*; suivis des légumineuses (16,3%), surtout représentées par *Arachis hypogaea*, *Phaseolus vulgaris* et par les plantes agro-forestières: *Calliandra callotyrus*, *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus saligna*. Les tubercules représentés par *Solanum tuberosum*, *Manihot esculenta* constituent (4%) des plantes mellifères. Les céréales ne sont représentées que par une seule espèce (*Zea mays*) qui est cependant la plus répandue de toutes les

plantes vivrières. Il convient également de signaler l'importance mellifère des plantes ornementales comme *Hibiscus rosa-sinensis*, *Lantana camara*, *Hypeastrum equestre*, *Callistemon viminalis*, *Malvaviscus arboreus*.

Les plantes naturelles sont moins représentées; mais en dépit de leur plus faible pourcentage, elles présentent une meilleure répartition spatiale. Nous signalons à titre d'exemple le cas de *Tithonia diversifolia* et *Pennisetum purpureum* qui se retrouvent partout dans la zone.

Répartition des plantes mellifères en fonction des types morphologiques

La répartition des plantes mellifères en fonction du type morphologique (Tableau 1) fait ressortir que les herbes sont les plus représentées (36,5%) suivies des arbres (25,9%), alors que les arbustes (20,7%) et les arbrisseaux (16,9%) sont les moins représentés (Figure 2).

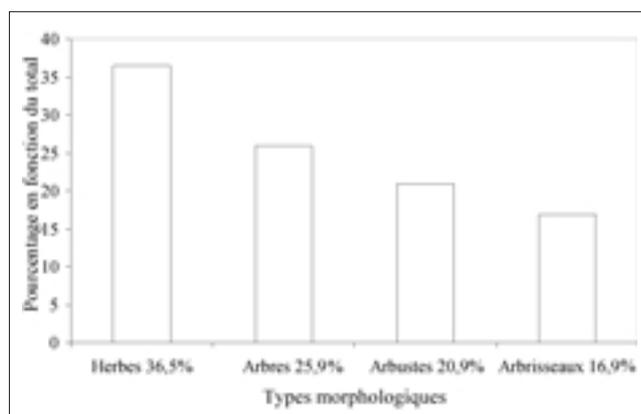


Figure 2: Répartition des plantes mellifères en fonction des types morphologiques.

Répartition des plantes mellifères en fonction des périodes de floraison

La période d'inflorescence présente des variations au sein et entre les familles (Tableau 1). En fonction de la saison de floraison, on peut distinguer trois catégories: les plantes qui fleurissent en saison de pluies (69,2%), celles fleurissant en saison sèche (16,7%) et enfin celles qui fleurissent pratiquement toute l'année (14,1%) (Figure 3). Constatant que la majorité des plantes fleurissent en saison de pluies; nous pouvons citer: *Phaseolus vulgaris*, *Arachis hypogea*, *Ipomoea batatas*, *Cucumis melo*. Peu de plantes fleurissent en saison sèche: *Vernonia amygdalina*, *Manihot esculenta*, *Casuarina equisetifolia*. Les plantes qui fleurissent tout au long de l'année sont généralement des plantes ornementales et de jachères: *Lantana camara*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Ipomoea triloba*, *Tithonia diversifolia*.

Ainsi dans notre zone d'étude, il n'y a pas de période où les plantes mellifères ne soient pas en fleurs avec cependant un pic en saison de pluies, ce qui correspond à la grande période de miellée. Les plantes mellifères fleurissant en saison sèche sont surtout les plantes de jachères et ornementales.

Répartition des plantes mellifères en fonction de la couleur des fleurs

La répartition des plantes mellifères en fonction des couleurs des fleurs (Tableau 1) montre une grande diversité de couleurs au sein et entre les familles. Les couleurs

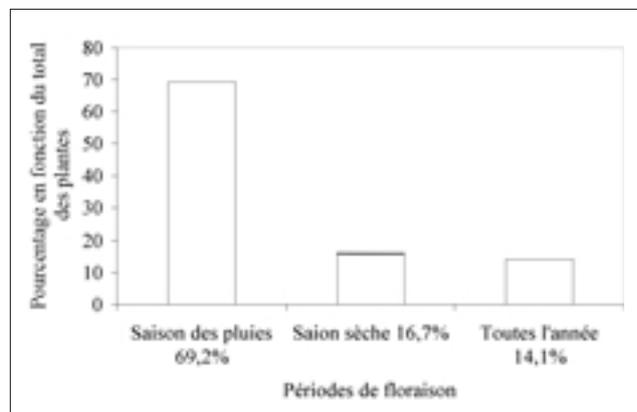


Figure 3: Répartition des plantes mellifères en fonction des périodes de floraison.

des fleurs répertoriées sont les suivantes: blanche, blanchâtre, jaune, violette, blanche-jaune, blanc-violacé, rouge-blanc-rose, beige, verte, rouge, orange, jaunâtre, jaune-orangé, rose, verdâtre (Figure 4). Les fleurs de couleur blanche sont les plus représentées (36%) suivies de celles de couleur rouge (16%). Les autres couleurs étant en plus faible proportion.

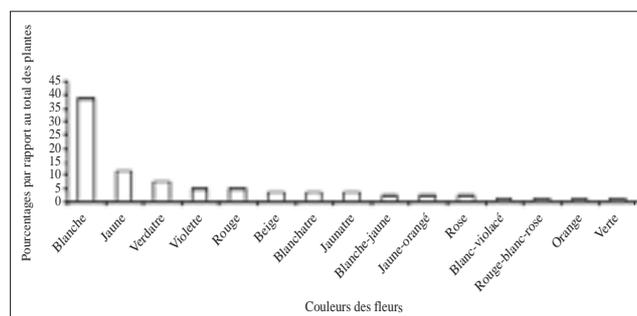


Figure 4: Répartition des plantes mellifères en fonction de la couleur des fleurs.

Répartition des plantes mellifères en fonction des types d'aliment prélevés par les abeilles

Le tableau 1 présente pour chacune des plantes mellifères recensées, les types d'aliments butinés par les abeilles. L'analyse de ce tableau révèle que 41% des plantes considérées sont visitées pour le pollen uniquement, contre 35,8% pour le nectar et pollen et 23% qui le sont pour le nectar exclusivement (Figure 5).

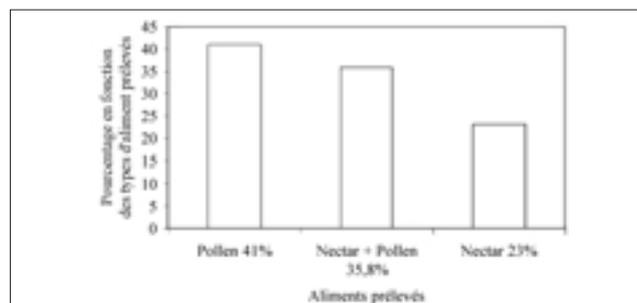


Figure 5: Répartition des plantes mellifères en fonction des types d'aliments prélevés par les abeilles.

Discussion

La littérature relative à l'inventaire des plantes mellifères en Afrique en général et particulièrement en Afrique centrale et au Cameroun, est pour l'instant encore très limitée. Les travaux de Tchuenguem *et al.* (17) dans l'Adamaoua camerounais ne concernent qu'une zone réduite et ne portaient pas à vrai dire sur l'inventaire exhaustif des plantes mellifères mais plutôt sur l'activité de *Apis mellifica adansonii* sur les fleurs de quelques plantes ligneuses. Ceci expliquerait peut être le nombre peu élevé de plantes mellifères qu'ils ont identifiées. A cette occasion 12 plantes ont été recensées appartenant à 10 familles (Anacardiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Gesneriaceae, Combretaceae, Mimosaceae, Olacaceae, Fabaceae, Polygalaceae, Rubiaceae). Le chiffre de 10 familles pour 12 plantes est élevé et expliquerait une grande diversité; 6 des familles recensées (Mimosaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lauraceae) sont également présentes dans notre zone, mais à l'inverse la famille la plus représentée est celle des Anacardiaceae. En terme de volume, les travaux les plus importants sont ceux de Bakenga *et al.* (2) qui ont recensé 147 espèces de plantes mellifères dans Bukavu et ses environs en République Démocratique du Congo appartenant à 39 familles, chiffre supérieur à celui trouvé dans notre étude. La plupart des familles retrouvées à Bukavu sont répertoriées dans notre zone. Cependant les familles de Araliaceae, Casuarinaceae, Arecaceae, Nymphaeaceae que nous avons recensées n'y sont pas répertoriées. Par contre la famille des Asteraceae est également indiquée comme la plus représentée.

La flore mellifère d'une zone est influencée par un certain nombre de facteurs: milieu écologique, l'étendue de la zone, la durée, et le temps. Tout ceci expliquerait les différences trouvées entre nos résultats et ceux de la littérature.

L'étude a révélé l'importance des plantes cultivées comme plantes mellifères dans notre zone d'étude. Nos résultats sont en accord avec ceux déjà trouvés par Pinta *et al.* (11). En effet, la région d'étude est une des plus peuplées du Cameroun et l'homme y a profondément modifié la végétation naturelle. Ceci explique, comme l'ont montré les travaux récents de Tchoumboue *et al.* (16) pourquoi le cycle de production apicole dans l'ouest Cameroun est très rythmé par le calendrier agricole.

L'*Eucalyptus* sp. plante introduite est également une plante mellifère importante de la zone et répertoriée par Ricciardelli D'Albore (13) comme plante mellifère ornementale dans la région méditerranéenne et par Baumer (4) en Australie.

Nos résultats concordent dans l'ensemble avec ceux trouvés dans d'autres zones (2, 13, 17) avec des

effectifs de plantes beaucoup plus grands, respectivement dans la zone méditerranéenne et la région de Bukavu en République Démocratique du Congo, ce sont les herbes qui sont les plus représentées suivies par les arbres, arbustes et arbrisseaux.

La variation des périodes de floraison des plantes mellifères a été également mentionnée dans la littérature (8). Elle est donc avant tout due aux facteurs intrinsèques et extrinsèques. En effet si en Europe, pendant l'hiver, il y a presque arrêt du cycle biologique de la plupart des plantes, en milieu tropical les caractéristiques géoclimatiques varient de manière limitée tel que quelle que soit la période de l'année, il y a toujours des plantes en fleurs et ceci est certainement un avantage pour l'apiculture dans notre zone.

La diversité des couleurs des fleurs des plantes mellifères est en rapport avec la richesse de la flore du milieu écologique. Dans leurs travaux sur les couleurs des fleurs des plantes mellifères de Bukavu en République Démocratique du Congo, Bakenga *et al.* (2) ont également relevé une grande diversité. Si dans l'ensemble, nous avons retrouvé les mêmes types de couleurs de fleurs dans notre zone d'étude, les couleurs blanche, jaune et rouge sont les plus caractéristiques des plantes mellifères étudiées, elles représentent plus de 90% des plantes recensées, alors qu'à Bukavu, les couleurs bleue, beige et jaune étaient plus fréquentes. Cette différence pourrait s'expliquer par la composition floristique de nos sites d'étude. En effet, bien que l'ouest Cameroun et Bukavu soient en zone tropicale d'altitude, ces sites sont situés dans deux hémisphères opposés nord et sud.

Contrairement à ce que nous avons trouvé dans nos travaux, à Bukavu, ce sont les plantes visitées par les abeilles pour le nectar qui sont bien représentées, elles constituent plus des deux tiers (45,6%) des plantes étudiées. Les plantes exclusivement à nectar (25%) ont une proportion supérieure à nos résultats. De même les plantes visitées à la fois pour le pollen et le nectar sont également peu fréquentes à Bukavu (4,1%). Cependant, par rapport à notre zone d'étude, celle-ci représente presque le tiers des plantes mellifères recensées.

Conclusion

De l'étude sur l'inventaire et les caractéristiques polliniques des plantes mellifères de la zone de Dschang dans l'ouest Cameroun, 78 plantes mellifères appartenant à 33 familles ont été recensées. Les familles les plus représentées en terme de nombre d'espèces sont les Asteraceae, les Solanaceae et les Euphorbiaceae. Deux tiers des plantes mellifères sont des plantes cultivées (*Coffea arabica*, *Zea mays*, *Arachis hypogaea*). Les plantes naturelles y compris celles de jachères, sont peu représentées (*Tithonia diversifolia*,

Ageratum hostonianum). Près de deux tiers des plantes mellifères fleurissent pendant la saison des pluies; un peu plus de la moitié fleurissent en saison sèche et le reste toute l'année.

Les couleurs des fleurs des plantes mellifères sont très variables autant entre et au sein des familles avec cependant la prédominance de la couleur blanche.

Le pollen représente l'aliment le plus collecté par les abeilles comparé au nectar exclusivement ou en nectar/pollen.

Les résultats de l'inventaire et des caractéristiques des plantes mellifères constituent une base certaine qui permettra l'analyse pollinique du miel et ainsi de

déduire les contributions respectives des plantes à la production de miel. Cependant, nous sommes conscients que l'inventaire des plantes mellifères que nous avons effectué est loin d'être exhaustif et devrait se poursuivre aussi bien dans cette région qu'ailleurs au Cameroun.

Remerciements

Tous nos remerciements à l'unité de recherches sur l'apiculture du département des productions animales de la faculté d'agronomie de l'Université de Dschang pour avoir suggéré et facilité la réalisation de ce travail.

Références bibliographiques

1. Arbonnier M., 2000, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD 6 MNHN 6UICN 450 p.
2. Bakenga M., Bahati M. & Balagizi K., 2000, Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, **18**, 2, 89-93.
3. Battaglini M. & Ricciardelli D'Albore G., 1981, Mellisopalynological research in Italy. IV Int. Palynol. Conf. Lucknow, 3, 483-484.
4. Baumer R.M., 1987, L'agroforesterie pour les productions animales. Wageningen, Netherlands: Centre technique de Coopération Agricole et Rurale, C.T.A., 54, 19-111.
5. Charpin J., Aubert J. & Maille M., 1966, Recensement des pollens atmosphériques. Pollen et spores. VIII, 3, 421-437.
6. Genier G., 1966, Le pollen des ericaceae dans les miels français. *Ann. Abeille*, **9**, 4, 271-321.
7. Ibrahim S.H., 1976, A list of pollen plants visited by honeybees in Egypt. *Agr. Rev Cairo*, **54**, 217-219.
8. Lafèche B., 1981, Les abeilles. Guide pratique de l'apiculture amateur. *Solar Nature* 76 p.
9. Maurizio A., Louveaux J., 1965, Pollens de plantes mellifères d'Europe. Union des groupements Apicoles Français. Paris 148 p.
10. Njia M.N., 1998, Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hauts plateaux de l'ouest Cameroun. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Option production animales. 75 p.
11. Pinta J.Y., Tchoumboue J., Dongock N.D., Zango P. & Sitcheu G., 2001, Some characteristics of melliferous plants of the western High Lands of Cameroon. Proceedings of the IXth annual conference of Bioscience (in press).
12. Prandin L., Pedrazzini G. & Mutinelli F., 2000, Beekeeping in Tanzania. *Tropicultura*, **18**, 2, 94.
13. Ricciardelli D'Albore G., 1998, Mediterranean mellissopalynology. Istituto di Entomologia Agraria. Borgo XX. Giugno, 74, Università degli studi di Perugia, 498 p.
14. Souane T., 1983, Manuel de dendrologie. Cameroun. Groupe Poulin, Thériaultltée. Québec, 640 p.
15. Svensson B., 1991, Bees and trees Sveriges Lantbruksuniversitet. Swedish University of Agricultural Sciences. International Rural Development Centre. 80 p.
16. Tchoumboue J., Tchouamo I.R., Pinta J.Y. & Njam N., 2001, Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun. *Tropicultura*, **19**, 3, 141-146.
17. Tchuengue F., Mapongmetsem P.M., Hentchoya H.J. & Messi J., 1997, Activité d'*Apis mellifica* L. (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de quelques plantes ligneuse à Dang (Adamaoua, Cameroun). *Cam. J. Bioch. Sc.* **7**, 1, 86-91.
18. Tchuengue F., Nyomo, Hentchoya J. & Messi J., 1997, Introduction à l'étude de l'activité d'*Apis mellifica* L. (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de *Callistemon rigidus*. R.BR. (Myrtaceae) à Dang. (Adamaoua, Cameroun). *Am. J. Bioch. Sc.* **7**, 1, 86-91.
19. Reille M., 1992, Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. URA CNRS. Marseille, 520 p.
20. Wil C. & Issue Y., 2000, Guide pratique d'identification. Les arbres de la Guinée équatoriale. Région continentale. CUREF. 16-125.

Delphine Dongock Nguemo, Camerounaise, DEA Botanique-Ecologie, Stagiaire à la Direction de la Statistique et de la comptabilité nationale du Ministère de l'Economie et des Finances, Assistante au Laboratoire de Botanique-Ecologie, Faculté des Sciences s/c Dr. Zapack L., BP 812, Yaoundé, Cameroun.

J. Foko, Camerounais, Doctorat es Sciences (Biologie végétale), Professeur titulaire à la Faculté d'Agronomie et des Sciences agricoles, Université de Dschang, Cameroun.

J.Y. Pinta, Camerounais, Docteur en Sciences botaniques, Chef de département de biologie végétale à la Faculté des Sciences de l'Université de Dschang, Cameroun.

L.V. Ngouo, Camerounais, Doctorat, Chargé de Cours, Université de Yaoundé I, BP 30412, Yaoundé, Cameroun.

J. Tchoumboue, Camerounais, Agrégé de médecine vétérinaire, Professeur, Chef de Département des Productions animales, Faculté d'Agronomie à l'Université de Dschang, Cameroun.

P. Zango, Camerounais, Ingénieur en Agriculture, option Productions animales, Diplômé en Recherche agricole en équipe Interdisciplinaire ICRA francophone, Assistant de Recherche au département des Productions animales de l'Université de Dschang, Cameroun.

Physiological Response of Local and Saanen x Local Cross Goats during the Late Rainy Season in North-eastern Brazil

D. Rondina^{1*}, V.J.F. Freitas¹, E.S. Lopes Júnior¹, S. Mura², P. Degli² & A. Giorgetti²

Keywords: Goats- Physiological Response- Brazil

Summary

In order to compare in vivo performance and environmental adaptation of two genetic types of goats raised in north-eastern Brazil, 20 females (10 local and 10 Saanen x local) were used in this experiment. During the late rainy season the goats were monitored for the following parameters: body weight, body (BT) and skin temperature (ST), respiratory (RR) and heart rate (HR) as well as the air temperature (AT) and humidity (HU) in the pens in the morning (MR) and afternoon (AR). From May to June the crossbred goats showed a significant gain ($P < 0.05$); the live weight of F1 was superior to the local goats ($P < 0.05$) at the end of the experiment. The physiological response during the AR was significantly superior to MR ($P < 0.05$) for all parameters. The local goats achieved the highest values of BT and ST during the experiment. On average, the physiological rhythms (RR and HR) were higher in crossbred than local goats. In conclusion, crossbred goats showed to be less at risk to environmental stress condition in north-eastern Brazil.

Résumé

Réponse physiologique chez les caprins de race locale et croisés Saanen x race locale pendant la saison pluvieuse tardive au nord-est du Brésil

Vingt femelles (10 locales et 10 Saanen x locale) ont été utilisées dans cette expérimentation afin de comparer les performances in vivo et l'adaptation environnementale de deux différents génotypes de caprins. Pendant la saison pluvieuse tardive, les chèvres ont été soumises à l'enregistrement des paramètres suivants: poids corporel, température corporelle (BT) et cutanée (ST), rythmes respiratoires (RR) et cardiaques (HR) tandis que la température (AT) et humidité (HU) dans les installations étaient relevées au matin (MR) et à l'après-midi (AR). A partir du mois de mai jusqu'au mois de juin, les chèvres croisées ont montré un gain significatif ($P < 0,05$); le poids corporel chez les chèvres F1 était supérieur à celui des chèvres locales ($P < 0,05$) à la fin de l'expérimentation. La réponse physiologique pendant l'AR a été supérieure au MR ($P < 0,05$) pour tous les paramètres. Les chèvres locales ont montré les valeurs de températures (BT et ST) les plus élevés au cours de l'expérimentation. Les rythmes (RR et HR) observés chez les chèvres croisées ont été plus élevés que ceux des chèvres locales. En conclusion, les chèvres croisées semblent présenter moins de risque dans les conditions environnementales du Nord Est du Brésil.

Introduction

Brazil and especially the north-eastern region have important role in goat production in the world (7). In this region, the herd is mainly composed of local breed animals without breed type 13, which are characterized by good adaptation to environmental conditions but lower productivity rates when compared to the breeds coming from the temperate regions (17). Some developing countries as well as Brazil, with the strategies to meet the increasing demand for animal products, introduced exotic genotypes with a high degree

of specialization such as Saanen, Anglo-Nubian and Alpine breeds, for example. For milk production the most used breed in north-eastern Brazil is the Saanen. In this region the farms whose rearing system was mainly based on pasture, breed extensively the F1 cross between Saanen and local with the objective to exploit the greater productivity in well adapted animals (17). Although the use of Saanen goats in the North-eastern was pronounced in the last

¹Laboratório de Fisiologia e Controle da Reprodução, Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Av. Paranajana, 1700, 60740-000, Fortaleza-CE, Brazil

*Corresponding author: D. Rondina, Universidade Estadual do Ceará - Faculdade de Veterinária, Av. Paranajana, 1700. CEP 60740-000 Fortaleza - Ceará - Brazil Phone: 55-85-2992761 Fax: 55-85-2992740 E-mail: davide@uece.br

² Dipartimento di Scienze Zootecniche, Facoltà di Agraria, Università di Firenze, Via delle Cascine, 5, 50144, Firenze, Italy

Received on 06.05.03. and accepted for publication on 12.02.04.

decades, it has little studies concerning their ability to tolerate the high temperatures in tropical areas.

Lopes Junior *et al.* (11) reported a substantial alteration in the sexual behavior and estrous activity in Saanen reared in intensive system during the rainy season of north-eastern Brazil. It is well known that the stress from environmental conditions can produce a reduction in reproductive performance as well as the meat and milk production (15). Nevertheless the study of environmental response may be suitable to obtain good productive index in these areas, in respect of the animal welfare.

The aim of this study was to compare *in vivo* performance and environmental adaptation of Local breed and Saanen x Local adult goats, raised in the tropical area of north-eastern Brazil.

Material and methods

Experimental conditions

The experiment was carried out on the farm of "Centro Educacional da Juventude Padre João Piamarta" (Itaitinga-CE-Brazil, 3° 43'47" S and 38° 30'37" W), during the late rainy season (April, May and June) (10). This period characterizes the transition from the rainy (January - June) to the dry season (July - December) and allowed us to evaluate the animal response in different environmental conditions.

Animals and management

In one herd composed of two genetic types (local and F1 crossbred Saanen x local), each one with one hundred female goats, 20 multiparous adult, non pregnant and non lactating goats were chosen randomly: ten local (group 1) and ten F1 crossbred (group 2). The experimental groups were similar in age (mean \pm SEM): 2.5 ± 0.17 vs 2.6 ± 0.16 years ($P > 0.05$) and body weight: 28.76 ± 5.60 vs 29.99 ± 5.72 kg ($P > 0.05$). These animals were weighed monthly and kept in the flock. The herd was reared in a semi-extensive system with the follow management: daily, from 07:00 AM to 14:00 PM, the goats grazing on pasture and later they were housed in the pens. Herein at 16:00 PM animals received 500 g/head of concentrate with 20% of crude protein. Water and salt were supplied *ad libitum*. Pens (two) were separated by a central feed alley. Each pen measured 40 x 50 m and contained a 40 x 3 m open front shelter. The feed alley and the front shelter was clay with concrete and faced in east-west direction.

Physiological parameters

Monthly, for four days consecutively, at 06:00 AM (morning reading: MR) and at 14:00 PM (afternoon reading: AR), body and skin temperature and the respiratory and heart rate were recorded. The body tem-

perature (BT) was taken with a rectal digital thermometer. Skin temperature (ST) was measured by a digital thermometer (HI 9063, Hanna Instruments Inc., Woonsocket, USA). Each reading was made at a constant depth by compression in the muscular areas of the rack and leg on the right side of the animal. The ST was obtained by mean of the two measurements. Respiratory (RR) and heart rates (HR) were measured using a stethoscope (Littmann, 3M Health Care, Oakdale, USA). The air temperature (AT) and the humidity (HU) were recorded using a digital thermo-hygrometer (Ziel WS 9015, Lichtenfels, Germany) before and after each daily measurement of the physiological parameters. The data are given with an accuracy of 0.1° C. All parameters were taken in the pen.

Statistical analyses

All descriptive data was analyzed using the GLM procedures for repeated measures analysis of variance (ANOVA) of SAS program software. The factors used in the model for analysis of physiological parameters included genetic type (local, Saanen x local), months (April, May and June), daily reading (MR and AR) and interactions. Day of record (1, 2, 3, 4) was the repeated measure. Difference among months in the same breed was performed by Duncan test. For the comparison between breeds within each daily reading the t test was used, while the difference between the daily readings for each breed was performed by paired t test. Results were expressed as mean \pm SEM and differences were taken as statistically significant from $P < 0.05$.

Results

Environmental parameters and live weight (Tables 1 and 2)

The percentage of days with rainfall was 90% (27/30), 32% (10/31) and 43% (13/30) in April, May and June, respectively. At MR the AT was higher in May and at AR in June, ($P < 0.05$).

During June, AT was superior at AR when compared to MR ($P < 0.05$). Concerning the HU, the highest values ($P < 0.05$) were always recorded during April while the records for HU were always higher in MR ($P < 0.05$). However the AT and HU values recorded inside the pen during the experiment were in agreement to the seasonal averages of the region. From May to June the crossbred goats showed a significant gain ($P < 0.05$); the live weight of F1 was superior to the local ($P < 0.05$) at the end of the experiment.

Physiological parameters: daily reading response

A significant effect of daily reading was observed. The readings during the afternoon were significantly superior to the morning ($P < 0.05$) for all parameters.

Table 1
Mean (\pm SEM) of air temperature (AT) ($^{\circ}$ C) and humidity (HU) (%) recorded in the pen during the experiment

Month	Morning		Afternoon	
	AT	HU	AT	HU
April	24.75 ^a \pm 0.17	86.50 ^{aA} \pm 0.68	26.50 ^a \pm 0.33	80.50 ^{aB} \pm 1.16
May	25.88 ^b \pm 0.17	71.00 ^{bA} \pm 0.57	26.38 ^a \pm 0.22	65.00 ^{bB} \pm 0.95
June	22.50 ^{cA} \pm 0.17	81.75 ^{cA} \pm 0.55	29.63 ^{bB} \pm 0.22	72.25 ^{cB} \pm 1.15

A,B Comparison between daily readings ($P < 0.05$);
 a,b,c Comparison among months ($P < 0.05$).

Table 2
Live weight (mean \pm SEM) of F1 and local goats recorded during the experiment

Month	Body weight (kg)	
	F1	Local
April	29.99a \pm 0.64	28.76 \pm 0.62
May	28.62a \pm 0.54	28.58 \pm 0.51
June	31.83bA \pm 0.65	28.93B \pm 0.69

A,B Comparison between genetic types ($P < 0.05$);
 a,b Comparison among months ($P < 0.05$).

Physiological parameters: monthly and genetic response

Figures 1, 2, 3 and 4 presented the results of comparison among months in each genetic type and between genetic type in the same daily readings (MR or AR).

Skin and body temperature (Figures 1 and 2)

In the afternoon both temperatures presented a significant increase from April to May ($P < 0.05$).

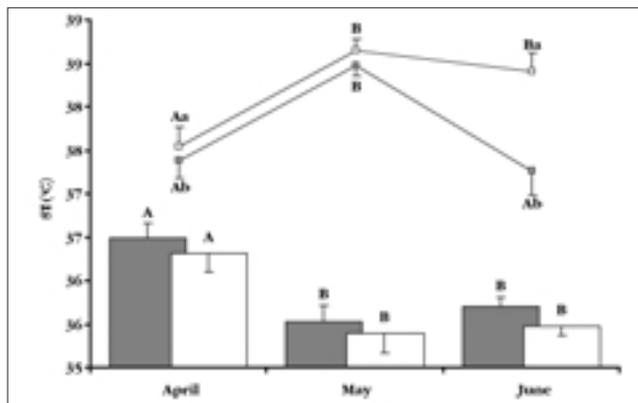


Figure 1: Mean (\pm SEM) of skin temperature ($^{\circ}$ C) of F1 (grey) and local (white) goats, recorded in the morning (bars) and in the afternoon (lines), during the late rainy season in north-eastern of Brazil. Each value represents the mean of four consecutive days.
 a,b Comparison between breeds in the same daily reading ($P < 0.05$);
 A,B Comparison among months in the same breed ($P < 0.05$).

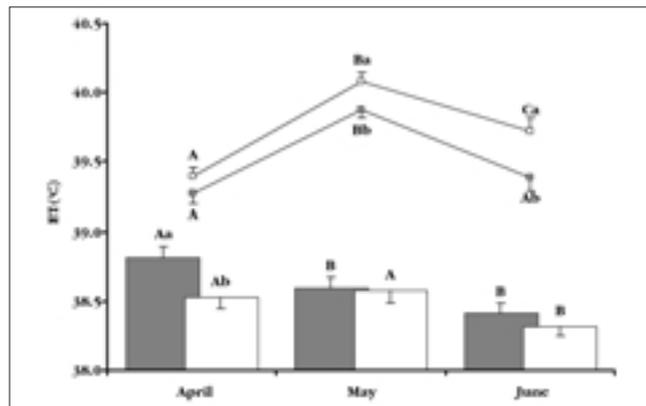


Figure 2: Mean (\pm SEM) of body temperature ($^{\circ}$ C) of F1 (grey) and local (white) goats, recorded in the morning (bars) and in the afternoon (lines), during the late rainy season in north-eastern of Brazil. Each value represents the mean of four consecutive days.
 a,b Comparison between breeds in the same daily reading ($P < 0.05$);
 A,B Comparison among months in the same breed ($P < 0.05$).

Thus in May the highest values (ST: 38.66 \pm 0.12 $^{\circ}$ C and BT: 40.09 \pm 0.06 $^{\circ}$ C) of the experiment were detected in local goats. From May to June the AR showed again a decrease in temperatures ($P < 0.05$), except for the ST in local animals. In the morning, the greatest mean temperatures were observed in April ($P < 0.05$). In this month the BT of local breed was significantly lower than the F1. Also in both breed the temperatures showed a decrease from April to May - June period ($P < 0.05$).

Respiratory and heart rate (Figure 3 and 4)

Concerning AR, the RR recorded during May ($P < 0.05$) was superior when compared to the other months. F1 goats showed the highest values of RR in this month (74.10 \pm 4.54 bpm).

For this genotype the RR reading in the morning showed a slow increase from April to June ($P < 0.05$). Also the RR recorded in June was different between genotypes ($P < 0.05$). The HR data in the afternoon showed a significant increase from April to May in local breed and for F1 from May to June. The highest

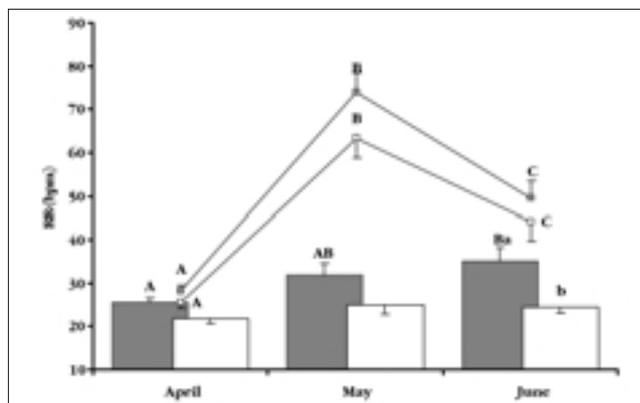


Figure 3: Mean (\pm SEM) of respiratory rate (bpm) of F1 (grey) and local (white) goats, recorded in the morning (bars) and in the afternoon (lines), during the late rainy season in north-eastern of Brazil. Each value represents the mean of four consecutive days.

^{a,b} Comparison between breeds in the same daily reading ($P < 0.05$);

^{A,B} Comparison among months in the same breed ($P < 0.05$).

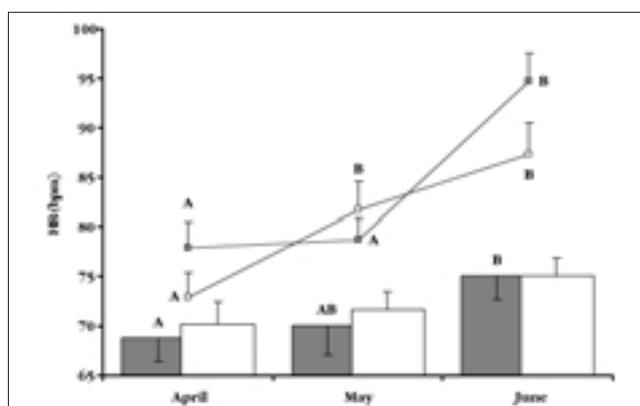


Figure 4: Mean (\pm SEM) of heart rate (bpm) of F1 (grey) and local (white) goats, recorded in the morning (bars) and in the afternoon (lines), during the late rainy season in north-eastern of Brazil. Each value represents the mean of four consecutive days.

^{a,b} Comparison between breeds in the same daily reading ($P < 0.05$);

^{A,B} Comparison among months in the same breed ($P < 0.05$).

value was recorded in June (F1: 94.70 ± 2.92 bpm). During MR the HR and RR of the crossbreds became progressively greater during the experiment ($P < 0.05$).

Discussion

Live weight recorded during the experiment did not show a reduction in body mass in either genetic type. Literature on goats reported a marked depression of food intake and weights when animals were exposed to high temperatures of tropical areas (12, 18). Goats living in harsh environments represent a climax in the capacity of domestic ruminants to adjust to such

areas, where water sources are widely distributed and food sources are limited by their quantity and quality (19).

However the air temperatures registered in the pens throughout the experiment demonstrated that the upper critical temperature (up to $30\text{ }^{\circ}\text{C}$) of goats was not raised (12). Also in this period the effect of rainfall provide the greatest food offer of pasture in the region (10). These facts interpreted the performances *in vivo* reported in the study.

The increases in physiological response showed during AR in both genetic types were expected (1, 2). It can be considered as a protective mechanism of homeostasis against stress due to exercise and heat increment of digestive process. Such factors associated with an increment of solar radiation justified the highest values recorded in the afternoon from May to June (4). Ogebe *et al.*, (16) showed a negative correlation between rainfall and physiological parameters in Nigerian dwarf goats. These authors observed an increase in physiological response from rainy to dry season and suggested that rainfall is associated with high atmospheric moisture, which could reduce the amount of heat stress.

In spite of the greater values in the afternoon previously mentioned, the experimental BT means recorded in both genetic types were in accordance with the standard values proposed for goats ($39 - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) in neutral thermal condition (3). Some authors (3, 5, 9, 12, 14), demonstrated in several stress conditions that BT exhibited minimal variations.

During the last part of the experiment the goats showed clinical signs of stress in the afternoon. Both pulses (RR and HR) surpassed the mean values of goats (HR: $75 - 85$ bpm and RR: $25 - 40$ bpm, 3). In the same daily reading the ST means were quite close to BT, showing a less efficiency to dissipate the increase of temperature observed in this period.

Concerning genetic comparison, the local goats achieved the highest values of temperature parameters throughout the experimental period. The lower thermal stress in the F1 cross can be interpreted by the presence of white coat and skin pigmented in these animals (1). It is known that the effect of penetration of solar radiation is a function not only of the color but also of the structure of the coat (1, 8). Thus short haired animals, such as the F1 cross goat showed in this research, were susceptible to higher increase of RR and HR (1). Berbigier (6), reviewing results of some experiences conducted in Guadalupe with Local and F1 Alpine x local kids, reported that the greater productivity of crossbreds did not affect their tolerance of diurnal temperatures. However in F1, weight of heart and lungs were higher than local goats probably consequence of intense thermoregulation activity.

Data of readings conducted in the morning permitted description of the animal response after the nocturnal inactivity phase. It is important to point out that in all animals the physiological observations did not show sign of stress and means values of parameters were within the limits of tolerance (3). In both groups, body and skin temperatures displayed a slight decrease (0.5 - 1.0 °C) from May to June. This loss of heat was probably the residual effect of animal reaction to a progressively fall of temperature during the night. The increase of solar radiation and of clear days is usually associated to a cooling effect in the nocturnal period.

Apparently crossbred goats exhibited higher responsiveness to exposure to morning environmental conditions. During transition from rainy to dry season rates values raised. The cause of these results is difficult to explain. However the presence of the response only in F1 would seem to indicate that their traits were involved. Moreover in the morning readings recorded in April appear to be more affected by the highest humidity shown during this month. Especially in F1, the BT and ST registered in this period were superior to the other months and quite close to the afternoon values. These results are not in agreement with other

authors (16), who concluded that at the onset of rain animals became more comfortable environmentally. Nevertheless the literature had little information about the crossbreds used in this work. Publications are focused mainly on temperate breeds or native breeds submitted to tropical conditions. It is possible that the moisture elevation influenced the ability for thermal dissipation in F1 characterized with a greater demand by the local breed.

Conclusion

It was concluded that the local goats are more susceptible to climatic stress than Saanen crossbreds. The greater ability of crossbred goats to tolerate the tropical environment in North-eastern Brazil may be due to their white coat and skin pigmented.

Acknowledgements

The authors would like to thanks P. Luigi Rebuffini for authorizing this experiment. The authors also extend their thanks to the staff of the Centro Educacional da Juventude Padre João Piamarta Farm for the care, handling and management of experimental animals.

Literature

- Acharya R.M., Gupta U.D., Sehgal J.P. & Singh M., 1995, Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. *Small Rum. Res.* 18, 245-248.
- Anderson B.E., 1977, Temperature regulation and environmental physiology. Pp. 686-695, *in: Dukes' physiology of domestic animals*. Cornell Univ. Press (Editor), Ithaca, 914 p.
- Appleman R.D. & Delouche J.C., 1958, Behavioral, physiological and biochemical response of goat to temperature, 0 °C to 40 °C. *J. Anim. Sci.* 17, 326-335.
- Arruda F.A.V. & Pant K.P., 1984, Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. *Pesq. Agropec. Bras.* 19, 379-385.
- Arruda F.A.V., Figueiredo E.A.P. & Pant K.P., 1984, Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. *Pesq. Agropec. Bras.* 19, 915-919.
- Berbigier P., 1988, Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. Pp. 135-138, *in: INRA (Editor), Paris*, 237 p.
- FAO 2002. Statistical database. www.fao.org.
- Hutchinson J.C.D. & Brown G.B., 1969, Penetration of cattle coats by radiation. *J. Appl. Physiol.* 26, 454-464.
- Kasa I.W., Thwaites C.J. & Hill M.K., 1999, Effect of treadmill exercise on sweating in three breeds of goats. *Aust. Vet. J.* 77, 660-661.
- Kronberg S.L. & Malecheck J.C., 1997, Relationship between nutrition and foraging behaviour of free-ranging sheep and goat. *J. Anim. Sci.* 75, 1756-1763.
- Lopes Junior E.S., Rondina D., Simpício A.A. & Freitas V.J.F., 2001, Estrous behaviour and performance *in vivo* of Saanen goats raised in northeast of Brazil. *Liv. Res. Rural Develop.* 13, 41-50.
- Lu C.D., 1989, Effects of heat stress on goat production. *Small Rum. Res.* 2, 151-162.
- Mason I.L., 1996, A world dictionary of livestock breeds types and varieties. Pp. 110-111, *in: CAB International Wallingford (Editor), UK*, 267 p.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Scherer P.O., Oliveira C.A. & Almeida J.C.C., 2002, Effects of age and breed on body temperature of goats. *R. Bras. Ci. Vet.* 9, 32-35.
- NRC, 1981, Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Pp. 13-21, *in: National Academy of Sciences Press (Editor), Washington, DC*, 152 p.
- Ogebe P.O., Ogunmodede B.K. & McDowell L.R., 1996. Behavioral and physiological responses of nigerian dwarf goats to seasonal changes of the humid tropics. *Small Rum. Res.* 22, 213-217.
- Shelton J.M. & Figueiredo E.A.P., 1990, Genetic aspects of adaptation of animals to tropical environments with special reference to sheep and goat in northeast Brazil. Pp. 46-61, *in: Anais do I simposio internacional de bioclimatologia animal nos trópicos: pequenos e grandes ruminantes*. Embrapa-Cnpq (Editor), Brasília, DF, 124 p.
- Silanikove N., 1986, Interrelationship between feed quality, digestibility, feed consumption, and energy requirements in desert (Bedouin) and temperate (Saanen) goats. *J. Dairy Sci.* 69, 2157-2162.
- Silanikove N., 2000, The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rum. Res.* 35, 181-193.

D. Rondina, Italian, Ph.D., Professor, Laboratório de Fisiologia e Controle da Reprodução, Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Av. Paranjana, 1700, 60740-000, Fortaleza-CE, Brazil.

*Corresponding author: Phone: 55-85-2992761 Fax: 55-85-2992740 E-mail: davide@uece.br

V.J.F. Freitas, Brazilian, Ph.D., Professor, Laboratório de Fisiologia e Controle da Reprodução, Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Av. Paranjana, 1700, 60740-000, Fortaleza-CE, Brazil.

E.S. Lopes Júnior, Brazilian, M.S., Post-graduate student, Laboratório de Fisiologia e Controle da Reprodução, Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Av. Paranjana, 1700, 60740-000, Fortaleza-CE, Brazil.

S. Mura, Italian, B.S., Professional, Dipartimento di Scienze Zooteniche, Facoltà di Agraria, Università di Firenze, Via delle Cascine, 5, 50144, Firenze, Italy.

P. Degli Innocenti, Italian, B.S., Post-graduate student, Dipartimento di Scienze Zooteniche, Facoltà di Agraria, Università di Firenze, Via delle Cascine, 5, 50144, Firenze, Italy.

A. Giorgetti, Italian, B.S., Professor, Dipartimento di Scienze Zooteniche, Facoltà di Agraria, Università di Firenze, Via delle Cascine, 5, 50144, Firenze, Italy.

Recherche et étude comparative des activités protéasiques des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) et de son champignon symbiotique *Termitomyces* sp.

L. P. Kouamé^{1*}, P.A. Yapo², S.L. Niamké³ & A. Kamenan¹

Keywords: Termite- *Macrotermes subhyalinus*- Fungus comb- Symbiotic fungus- Proteasic activities

Résumé

Les extraits bruts des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*, leur champignon symbiotique *Termitomyces* sp. et leur meule sont incapables d'hydrolyser les acyl-pNA testés en milieu acide. Par contre, en milieu alcalin, certains d'entre eux sont hydrolysés, montrant ainsi que ces sources enzymatiques possèdent des activités protéasiques. Les acyl-pNA hydrolysés sont la Gly-pNA, la Leu-pNA, la Met-pNA, la Phe-pNA, la Pro-pNA, la Lys-pNA, l'Arg-pNA et l'Asp-pNA. Les activités protéasiques les plus élevées ont été obtenues avec la Leu-pNA et le BA-pNA chez l'ouvrier du termite *Macrotermes subhyalinus*. Il est donc plus actif que le soldat. Le petit soldat est plus actif que le grand soldat. Les activités protéasiques du champignon sont plus élevées que celles de la meule, son support de croissance. Les études de compétitions mutuelles entre les substrats les mieux hydrolysés par le champignon symbiotique et l'ouvrier ont montré que les activités trypsiques (Arg-pNA, Lys-pNA et BA-pNA) proviennent d'une même enzyme. Ce comportement enzymatique a été aussi observé au niveau de la Leu-pNA, la Met-pNA et l'Ala-pNA.

Summary

Research and Comparative Study of Proteasic Activities of Neutral Castes of Termite *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) and its Symbiotic Fungus *Termitomyces* sp.

Crude extracts from neutral castes of the termite *Macrotermes subhyalinus*, its symbiotic fungus *Termitomyces* sp. and its comb are not able to hydrolyze acyl-pNA tested on acid medium. However, these substrates on alkaline medium are hydrolysed, indicating that these enzymatic sources possess proteolytic activities. Hydrolyzed acyl-pNA are Gly-pNA, Leu-pNA, Met-pNA, Phe-pNA, Pro-pNA, Lys-pNA, Arg-pNA and Asp-pNA. The highest proteolytic activities were obtained with Leu-pNA and BA-pNA with a *Macrotermes subhyalinus* termite worker. It is therefore more active than the soldier. Proteolytic activities were higher in small soldiers than in large ones. The proteolytic activities of the fungus are higher than those of the fungus comb, its growth backbone. Mutual competition studies among the best hydrolysed substrates by symbiotic fungus and worker have shown that trypsin activities (Arg-pNA, Lys-pNA and BA-pNA) are derived from the same enzyme. This enzymatic reaction has also been observed with Leu-pNA, Met-pNA and Ala-pNA.

Introduction

Les insectes supérieurs appartenant à la sous-famille des Macrotermitinae sont des termites champignonnistes. Ils cultivent dans leur nid un champignon de la classe des Basidiomycètes et du genre *Termitomyces*. Ce microorganisme se développe sur la meule qui est composée de fragments de bois, de feuilles et de chaumes de graminée malaxés par les pièces buccales et imbibés de salive d'ouvriers (5, 6). Ce cham-

pignon symbiotique donne sur la meule des mycotêtes constituées de filaments de conidiophore (4).

Dans la termitière, les castes neutres sont l'ouvrier, le petit soldat et le grand soldat. Ils se nourrissent de bois et autres matières végétales. C'est ainsi que le termite *Macrotermes subhyalinus* dans un écosystème semi-aride (Kajiado, Kenya) consomme à lui

¹Laboratoire de biochimie et technologie des aliments de l'Unité de formation et de recherche en sciences et technologie des aliments de l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de physiologie, pharmacologie et physiopathologie de l'Unité de formation et de recherche en sciences de la nature de l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

³Laboratoire de biotechnologie de l'Unité de formation et de recherche en biosciences de l'Université d'Abidjan-Cocody, 22 BP 42, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

*Celui à qui toute correspondance doit être adressée. E-mail: kouame_patrice@yahoo.fr, Fax (225) 20 37 81 18 Tel: (225) -07-41-27-01.

Reçu le 14.02.03. et accepté pour publications le 30.03.04.

seul 20 à 30% de la totalité de l'herbe disponible. En période de disette, il peut subsister quelques temps grâce à sa réserve (8). Ces matières végétales, hydrolysées par les enzymes digestives de ces insectes, sont constituées essentiellement de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. On y trouve une faible quantité de substances azotées. Le bois, par exemple, en contient seulement 0,03-0,1% (par rapport à la matière sèche) (2). C'est pour ces raisons que la plupart des travaux effectués pour la détermination du rôle de la meule dans la termitière, la compréhension du métabolisme digestif et des relations symbiotiques qui existent entre le termite et son champignon, sont axés sur les glycosidases (1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Les castes neutres de termite, leur champignon symbiotique et leur meule ne possèdent-ils pas d'activités protéasiques? Si oui, quelles sont ces activités? Les ouvriers sont-ils plus actifs que les soldats comme cela avait été relevé par Rouland (13), Matoud (12) et Kouamé (7) chez les glycosidases?

C'est pour répondre à toutes ces préoccupations que nous nous proposons de rechercher quelques activités protéasiques présentes chez les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*, leur champignon symbiotique et leur meule, ensuite, de les comparer entre elles si elles existent effectivement et de définir les différents sites d'hydrolyse des substrats dans les extraits bruts enzymatiques à travers des études de compétitions mutuelles entre les substrats les mieux hydrolysés.

Matériel et méthodes

Matériel

1. Produits chimiques

Les substrats chromogéniques acyl-*paranitroanilides* (acyl-*pNA*): Gly-*pNA*, Ala-*pNA*, Val-*pNA*, His-*pNA*, BZ(Benzoyl)-Tyr-*pNA*, Leu-*pNA*, Ile-*pNA* Nac(N-acétyl)-Leu-*pNA*, Met-*pNA*, Pro-*pNA*, Phe-*pNA*, Lys-*pNA*, Arg-*pNA*, Asp-*pNA* et (Cys-*pNA*)₂ proviennent de chez BACHEM. Glu-*pNA* et BA(N α -Benzoyl-DL-Arginine)-*pNA* sont des produits de chez SIGMA. Tous les autres produits chimiques utilisés sont de qualité analytique.

2. Provenance du termite, du champignon symbiotique et de la meule

La meule provient d'un nid du campus de l'Université de Cocody (Abidjan) où les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* sont récoltées. Les mycotêtes du champignon symbiotique sont récoltées directement à partir de cette meule. Ces matériels biologiques sont stockés au congélateur à -20° C.

Méthodes

1. Préparation de l'extrait brut enzymatique

Trois grammes de matériel biologique (mycotête ou meule débarrassée de toutes les mycotêtes ou castes neutres de termite) sont lavés à l'eau distillée, essorés sur papier filtre puis placés dans un récipient disposé dans un bac à glace. Ils sont ensuite broyés dans 10 ml de NaCl 0,9% (p/v) à l'aide d'un micro-broyeur Ultra-Turrax (type T25). Le broyat obtenu est centrifugé pendant 15 minutes à 13000 tours/minute dans une centrifugeuse réfrigérée, à une température comprise entre 4 et 5° C. Le surnageant obtenu constitue l'extrait brut enzymatique.

2. Mesure des activités protéasiques

Dans les conditions standards, la détermination des activités protéasiques sur les substrats acyl-*paranitroanilide* a été faite à 37° C pendant 10 minutes dans un mélange réactionnel (1 ml) contenant 950 μ l de substrat 1 mM préparé dans le tampon phosphate 100 mM pH 8,0 (ou dans le tampon acétate 100 mM pH 5,0) et 50 μ l d'extrait brut enzymatique. La quantité de *paranitroaniline* libéré est détectée au spectrophotomètre UV-visible Kontron (Unikon 860) thermostaté à 412 nm. L'activité enzymatique (U) est définie comme étant la quantité d'enzyme qui catalyse l'hydrolyse d'un nanomole de substrat par minute à 37° C dans les conditions standards.

3. Compétitions mutuelles entre les substrats acyl-*pNA* les mieux hydrolysés par l'ouvrier et le champignon

Les expériences de compétitions mutuelles faisant intervenir dans chaque cas, un mélange de deux substrats acyl-*pNA* mieux hydrolysés (1 mM pour chaque substrat), ont été effectuées à 37° C dans du tampon phosphate 100 mM pH 8,0. Les valeurs (unités arbitraires) calculées dans le cas théorique de sites distincts sont obtenues par la somme de deux activités acyl-*pNA*. Les valeurs dans le cas d'un site commun sont déterminées par l'équation de Dixon et Webb (3).

4. Dosage des protéines

Les protéines ont été dosées selon la méthode de Lowry *et al.* (9). Le sérum albumine bovine a été utilisé comme protéine de référence.

Résultats et discussion

Résultats

1. Les acyl-*pNA* non hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques

Lorsque le tampon acétate 100 mM pH 5,0 est utilisé pour la préparation du milieu réactionnel, aucune activité acyl-*pNA* n'a été obtenue. Avec le tampon phos-

phate 100 mM pH 8,0; ce sont seulement l'Ile-pNA, le Nac-Leu-pNA, l'His-pNA, la (Cys-pNA)₂, la Val-pNA, le BZ-Tyr-pNA et le Glu-pNA qui ne sont pas hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques des castes neutres, du champignon et de la meule. Toutes les activités acyl-pNA ont été obtenues en milieu alcalin.

2. Les acyl-pNA à acyl basique (BA-pNA, Arg-pNA et Lys-pNA) hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques

Les substrats chromogéniques acyl-pNA tels que le BA-pNA, l'Arg-pNA et la Lys-pNA sont utilisés généralement pour le dosage d'activité trypsique. Les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*, leur champignon symbiotique représenté par leur mycotête et leur meule, hydrolysent ces différents substrats. Seul l'ouvrier possède une bonne activité trypsique, le champignon symbiotique *Termitomyces* sp., la meule et les autres castes neutres possèdent de faibles activités trypsiques par rapport à celles de l'ouvrier. Le champignon symbiotique a des activités Arg-pNA et Lys-pNA inférieures à celles du petit soldat. Ce qui n'est pas le cas pour le substrat BA-pNA (Figure 1).

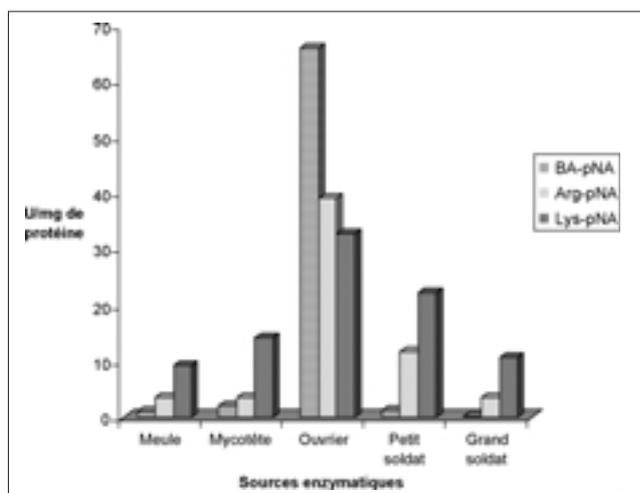


Figure 1: Etude comparative des activités BA-pNA, Arg-pNA, et Lys-pNA du champignon, des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* et de la meule. Les dosages d'activités protéasiques ont été faits en milieu alcalin comme décrits dans la partie «Matériels et méthodes».

3. Les acyl-pNA à acyl aliphatique (Leu-pNA, Ala-pNA et Gly-pNA) hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques

Parmi ces trois substrats chromogéniques, seule la Leu-pNA est la plus hydrolysée par les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*. Ce substrat acyl-pNA est même le plus hydrolysé par les différentes sources enzymatiques utilisées parmi tous les substrats synthétiques chromogéniques testés. Le champignon symbiotique a une activité Leu-pNA inférieure à celle du petit soldat. L'ouvrier a les activités

Leu-pNA et Ala-pNA les plus élevées. Ce qui n'est pas le cas pour l'activité Gly-pNA où celle du champignon est la plus élevée tandis que les castes neutres n'en possèdent pas (Figure 2).

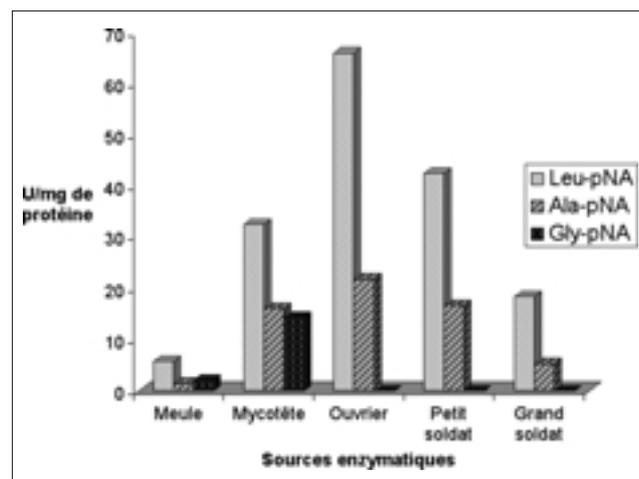


Figure 2: Etude comparative des activités Leu-pNA, Ala-pNA et Gly-pNA du champignon, des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* et de la meule. Les dosages d'activités protéasiques ont été faits en milieu alcalin comme décrits dans la partie « Matériels et méthodes ».

4. Les acyl-pNA à acyl aromatique (Pro-pNA et Phe-pNA) hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques

Nous avons constaté que le substrat Phe-pNA est difficilement hydrolysé par les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*. Chez le champignon symbiotique, cette activité n'est pas intéressante. Nous avons noté cependant que l'activité Pro-pNA est plus élevée que celle de la Phe-pNA au niveau de toutes les sources enzymatiques testées. Le champignon symbiotique a l'activité Pro-pNA la plus élevée. Chez les castes neutres, nous avons noté que l'ouvrier est plus actif que le petit soldat qui, à son tour, est plus actif que le grand soldat (Figure 3).

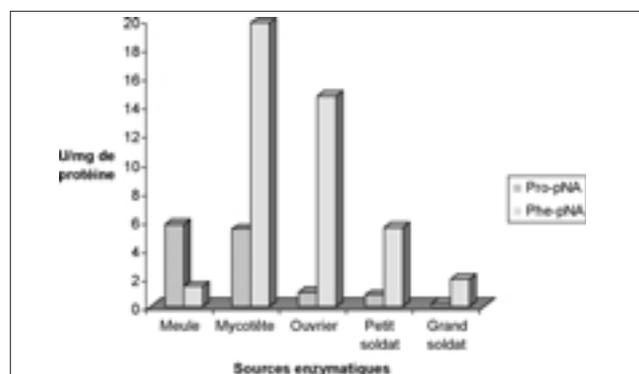


Figure 3: Etude comparative des activités Pro-pNA et Phe-pNA du champignon, des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* et de la meule. Les dosages d'activités protéasiques ont été faits en milieu alcalin comme décrits dans la partie «Matériels et méthodes».

5. Les autres acyl-pNA hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques (Asp-pNA et Met-pNA)

Les soldats du termite *Macrotermes subhyalinus* n'hydrolysent pas le substrat Asp-pNA. Nous avons noté chez l'ouvrier, le champignon et son support de croissance, la meule, une très faible activité Asp-pNA. Par contre, au niveau du substrat Met-pNA, nous avons obtenu une bonne activité chez les castes neutres et le champignon. Cependant, les activités Met-pNA de l'ouvrier et du petit soldat sont supérieures à celle du champignon symbiotique (Figure 4).

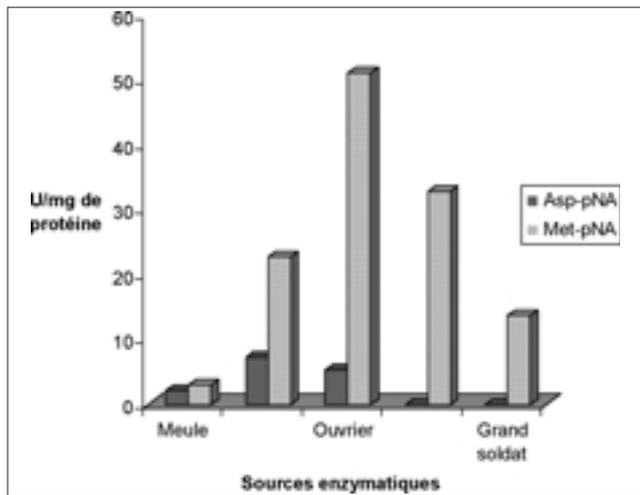


Figure 4: Etude comparative des activités Asp-pNA et Met-pNA du champignon, des castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus* et de la meule. Les dosages d'activités protéasiques ont été faits en milieu alcalin comme décrits dans la partie «Matériels et méthodes».

6. Compétitions mutuelles entre substrats acyl-pNA fortement hydrolysés par l'ouvrier et son champignon

Les substrats acyl-pNA fortement hydrolysés par les extraits bruts enzymatiques de l'ouvrier du termite *Macrotermes subhyalinus* et de son champignon symbiotique *Termitomyces* sp. sont la Leu-pNA, l'Ala-pNA, Met-pNA, BA-pNA, l'Arg-pNA, la Lys-pNA et la Phe-pNA. L'étude de compétitions mutuelles entre ces différents substrats au niveau de chaque source enzymatique (champignon et ouvrier), nous a donné les résultats consignés dans le tableau 1. Les résultats obtenus avec les deux sources enzymatiques sont identiques.

Discussion

Les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*, leur champignon symbiotique et leur meule ne sont pas capables d'hydrolyser les substrats chromogéniques acyl-pNA testés en milieu acide. Par contre, en milieu alcalin, certains d'entre eux sont clivés par les protéases de ces mêmes sources enzymatiques ce qui nous permet de penser qu'il n'existe pas chez ces matériels biologiques de protéases acides capables d'hydrolyser ces différents substrats à pH 5.0. Il existe des protéases alcalines capables d'hydrolyser certains de ces substrats. Parmi ceux qui sont clivés par ces différentes sources enzymatiques, nous avons constaté que l'ouvrier possède des activités protéasiques plus élevées que celles des soldats. Chez ces derniers, les petits sont plus actifs que les

Tableau 1

Compétitions mutuelles entre les substrats acyl-pNA fortement hydrolysés par l'ouvrier et le champignon

Substrats	Leu-pNA	Ala-pNA	Met-pNA	BA-pNA	Arg-pNA	Lys-pNA	Phe-pNA	
Leu-pNA		-	+	-	-	-	-	
Ala-pNA	-		-		-	-	-	
Met-pNA	+	-			-	-	-	
BA-pNA	-	-	-		+	+	-	Champignon
Arg-pNA	-	-	-	+		+	-	
Lys-pNA	-	-	-	+	+		-	
Phe-pNA	-	-	-	-	-	-		
								Ouvrier

+ et - signifient respectivement hydrolyser par un site commun et aux moins deux sites distincts d'hydrolyse dans l'extrait brut enzymatique.

Les dosages des activités protéasiques ont été faits en milieu alcalin comme décrits dans la partie «Matériel et méthodes».

grands. Ces résultats s'apparentent à ceux trouvés chez les espèces de termites de la sous famille des *Macrotermitinae* au niveau des glycosidases (7, 12, 13). Ces différences d'activités enzymatiques peuvent être dues à la présence de substances toxiques défensives chez les soldats. Ces substances sont des quinones (18). En se basant sur cette hypothèse, nous pouvons dire que ces composés toxiques exercent une forte inhibition sur les activités trypsiques révélées par l'Arg-pNA et le BA-pNA et sur l'activité Asp-pNA. En effet, avec l'ouvrier, nous avons une activité trypsique très intense, ce qui n'est pas le cas chez les soldats surtout chez le grand soldat dont le rôle essentiel dans la termitière est de défendre la population (6). Les activités enzymatiques de l'ouvrier sont généralement supérieures à celles du champignon lorsque les deux sources enzymatiques possèdent les mêmes activités sauf dans les cas des activités Phe-pNA et Asp-pNA. L'étude de compétitions mutuelles entre les substrats acyl-pNA exprimant l'activité trypsique, c'est-à-dire l'Arg-pNA, la Lys-pNA et le BA-pNA nous a montré tant chez le champignon que chez l'ouvrier que ces 3 substrats sont hydrolysés par un site commun. Ce qui nous fait penser à l'existence d'une seule enzyme responsable de ces activités hydrolytiques dans chaque extrait brut enzymatique.

Les substrats Gly-pNA et Pro-pNA sont hydrolysés par le champignon symbiotique, tandis que l'ouvrier n'hydrolyse pas le Gly-pNA et clive faiblement la Pro-pNA. Ces résultats indiquent que les enzymes responsables de ces activités hydrolytiques sont présentes chez le champignon symbiotique mais absentes chez

les castes neutres du termite *Macrotermes subhyalinus*. Le champignon n'est donc pas capable de sécréter dans les tubes digestifs des castes neutres du termite, les enzymes responsables de ces activités protéasiques.

Les différentes sources enzymatiques testées hydrolysent fortement le substrat Leu-pNA. Cependant, elles sont sans effet sur l'Ile-pNA et le Nac-Leu-pNA qui sont des substrats obtenus à partir du Leu-pNA. En effet, ces substrats sont obtenus à la suite de substitution de groupements chimiques tels que le méthyle et l'acétyle sur la leucine. L'enzyme responsable de l'activité Leu-pNA ne reconnaît pas la leucine lorsqu'elle est substituée.

La présence d'activité Met-pNA obtenue au niveau des différentes sources enzymatiques testées est très prometteuse. Cette enzyme, si elle est très spécifique du résidu méthionyle, va permettre une certaine innovation dans l'hydrolyse des liaisons peptidiques où se trouve engagée la méthionine. En effet, pour hydrolyser ce type de liaison peptidique, on a recours le plus souvent au bromure de cyanogène (CNBr) qui est un produit très toxique et dont la manipulation recommande beaucoup de précautions. L'étude de compétitions mutuelles entre les substrats leu-pNA et Met-pNA, nous a montré que dans les différents extraits bruts enzymatiques, ces deux activités protéasiques seraient produites par la même enzyme. Ce qui ne ruine totalement pas notre espoir, car une purification suivie de caractérisation physico-chimique de cette enzyme, pourra nous situer sur les conditions d'utilisation de ces potentialités hydrolytiques.

Références bibliographiques

1. Abo-khatwa N., 1978, Cellulase of fungus growing termites: a new hypothesis on its origin. *Exp.* 34, 559-560.
2. Cowling E.B. & Merrill W., 1966, Nitrogen in wood and its role in wood deterioration. *Can. J. Botany*, 44, 1539-54.
3. Dixon M. & Webb E.C., 1979, *Enzymes*, 3rd Ed. pp 72-75, London: Longman Group Limited.
4. Grasse P.P., 1970, *Précis de zoologie I: Invertébrés*. Ed. Masson C^{ie}, 1400 pp.
5. Grasse P.P., 1982, *Termitologia. I: Anatomie, physiologie, reproduction des termites*, 613 pp. Ed. Masson C^{ie}, Paris.
6. Grasse P.P., 1984, *Termitologia. II: Fondation des sociétés, construction*. 613 pp. Ed. Masson Cie, Paris.
7. Kouamé L.P., 1994, Purification et études physico-chimiques de deux β -glycosidases du termite *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae), Thesis d'Université d'Abidjan.
8. Lepage M.G., 1981, L'impact des populations récoltantes de *Macrotermes michaëlseni* (Sjostedt) dans un écosystème semi-aride I: l'activité de récolte et son déterminisme. *Insect. Soc.* 28, 3, 297-308.
9. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. & Randall R.J., 1951, Protein measurement with the folin-phenol reagent. *J. Biol. Biochem.* 193, 265-275.
10. Martin M.M. & Martin J.S., 1978, Cellulose digestion in midgut of the fungus growing termite *Macrotermes natalensis*: the role of acquired digestive enzymes. *Sciences*, 199, 1453-1455.
11. Martin M.M. & Martin J.S., 1979, The distribution and origins of cellulolytic enzymes of the higher termite *Macrotermes natalensis* *Physiol. Zool.* 52, 11-21.
12. Matoub M., 1993, La symbiose termite-champignon chez *Macrotermes bellicosus* (Termitidae, Macrotermitinae). Thesis d'Université Paris XII Val de Marne, Paris.
13. Rouland C., 1986, Contribution à l'étude des osidases digestives de plusieurs espèces de termites africains. Thesis d'Université Paris XII Val-de-Marne, Paris.
14. Rouland C., Mora Ph. & Renoux J., 1987, Essai d'interprétation de la symbiose digestive chez *Macrotermes mulleri* (Termitidae, Macrotermitinae). *Act. Coll. U.I.E.I.S.* 4, 111-118.
15. Rouland C., Renoux J. & Petek, 1988, Purification and properties of two xylanases from *Macrotermes mulleri* (Termitidae, Macrotermitinae) and its symbiotic fungus *Termitomyces* sp. *Insect. Biochem.* 18, 709-715.
16. Rouland C., Brauman A., Kéléké S., Labat M., Mora Ph. & Renoux J., 1989, Endosymbiosis and ectosymbiosis in the fungus growing termites, in: *Microbiology in poecilotheims* (Edited by Lesel R.), PP 79-82. Elsevier Sciences, Amsterdam.
17. Rouland C., Lenoir F. & Lepage M., 1991, The role of the symbiotic fungus in the digestive metabolism of several species of fungus growing termites *Comp. Biochem. Physiol.* 99A, 657-663.

L.P. Kouamé, Ivoirien, Docteur en Biochimie, Maître-Assistant à l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

P.A. Yapo, Ivoirien, Docteur en hématologie-biologie moléculaire, Maître-Assistant à l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

S.L. Niamké, Ivoirien, Docteur en Biochimie, Assistant à l'Université de Cocody, Côte d'Ivoire.

A. Kamenan, Ivoirien, Professeur de Biochimie à l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Apiculture, source de diversification des revenus des petits agriculteurs: cas du bassin cotonnier en Centrafrique

E. Mbétid-Bessane*

Keywords: Beekeeping– Income diversification– Small farmers

Résumé

Confrontées à la restructuration de la filière cotonnière, les exploitations agricoles en Centrafrique diversifient leurs activités. Des activités traditionnellement secondaires, comme l'apiculture, tendent à devenir une source de revenu primordiale pour les petits agriculteurs. La production apicole représente une alternative au coton et offre des perspectives intéressantes pour l'amélioration des revenus de certaines exploitations, même si elles sont peu nombreuses. Le développement et la pérennisation de cette activité passeront par la mise en place dans le bassin cotonnier d'un dispositif institutionnel d'accompagnement adéquat des apiculteurs et leur structuration en organisations de producteurs pour améliorer le fonctionnement des marchés.

Summary

Beekeeping, Income Diversification Source for Small Farmers: Case of the Cotton Basin in Central African Republic

Face to the restructuration in the cotton chain, farms in Central African Republic are diversifying their activities. Traditionally secondary activities like beekeeping become an important source of income to small farmers. Honey production comes up as an alternative to cotton and provides best opportunities for income improvement to some farmers, even few. The development and sustainability of this activity in the cotton basin of the Central African Republic should rely on a relevant institutional support system and a structuration of beekeepers' organisations in order to enhance markets operation.

Introduction

La filière cotonnière en Centrafrique est actuellement confrontée à un ensemble de contraintes et d'incertitudes mettant les producteurs en difficultés. La crise s'est déclenchée en 1998 lorsque le prix du coton a commencé à baisser sous les effets d'une mauvaise conjoncture du marché international. Dans le même temps, les prix des intrants ont augmenté suite aux programmes d'ajustement structurel. Cette situation analysée par les économistes en terme de «ciseau des prix» a eu pour conséquence une baisse importante de la production nationale de coton, de plus de 50% entre 1998 et 2000 (7). Ce nouvel environnement pose le problème du développement et de la viabilité des exploitations cotonnières.

Les producteurs, se trouvant confrontés à des problèmes de gestion technico-économique auxquels ils

ne se sont pas préparés, développent différentes stratégies pour s'y adapter (4), ce qui se traduit par l'orientation des systèmes de production vers des activités autrefois secondaires comme l'apiculture pour 8% des exploitations agricoles (8).

Le présent article vise à montrer l'importance de l'apiculture dans la diversification de sources des revenus des petits agriculteurs.

Méthode

L'étude a été menée dans les bassins cotonniers du nord-ouest et du centre-est qui abritent environ 60% d'apiculteurs du pays (6). Le climat est du type soudano-guinéen avec une saison des pluies d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars. La

* Université de Bangui, Département des sciences économiques - Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale. B.P. 1983 Bangui Centrafrique, Fax : (236) 61 78 90, E-mail: mbetid@hotmail.com
Reçu le 02.07.03. et accepté pour publication le 23.09.03.

zone se localise entre les isohyètes 1.200 et 1.600 mm avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1.200 mm environ. Le système de production est du type agropastoral, avec une agriculture de type pluvial dominée par le coton, le manioc, l'arachide et les céréales (maïs, sorgho, riz); l'élevage est de type extensif, peu intégré à l'agriculture. La végétation est arbustive, parfois arborée avec des feuillages clairsemés. La densité de cette végétation décroît du bassin du centre-est au bassin du nord-ouest.

Les données de l'étude ont été collectées pendant la campagne 1999/2000 sur un échantillon de 50 exploitations agricoles spécialisées en apiculture: 17 du secteur de Bossangoa dans le nord-ouest et 33 du secteur de Kaga-Bandoro dans le centre-est. Ce choix ne concerne que des exploitations agricoles dont plus de 50% du revenu monétaire sont assurés par la production apicole; il s'agit d'exploitations de petite taille (2 à 3 actifs) cultivant en moyenne 1,5 ha de vivriers essentiellement pour l'autoconsommation. Les données collectées ont porté sur la production de miel et de cire, les quantités consommées et commercialisées ainsi que sur les coûts de production.

La rentabilité financière de l'apiculture a été analysée en utilisant la méthode coûts/bénéfices (3). Les exploitations ont été divisées en deux types selon le nombre de ruches: les petites exploitations apicoles (PEA) avec 30 à 50 ruches et les grandes exploitations apicoles (GEA) avec plus de 50 ruches. Les recettes ont été estimées à partir des flux monétaires issus de la vente du miel et de la cire. Les coûts de production ont concerné les matériels, la main-d'œuvre et les dépenses diverses; la main-d'œuvre familiale est valorisée au prix du marché. Les bénéfices nets ont été déterminés en déduisant les coûts des recettes.

Résultats et discussion

On compte 30 PEA avec une moyenne de 40 ruches par exploitation contre 20 GEA avec une moyenne de 70 ruches par exploitation. Les productions moyennes de miel obtenues en 1999/2000 s'élèvent à 480 litres chez les PEA et 840 litres chez les GEA; les taux moyens de commercialisation sont respectivement de 95% et 90%. Pour la cire, les productions moyennes s'élèvent à 26 kg chez les PEA et 42 kg chez les GEA; la quasi-totalité de ces productions sont vendues (Tableau 1).

Pour des prix au producteur de 500 FCFA/litre de miel et de 800 FCFA/kg de cire, les recettes générées par l'apiculture s'élèvent à 248.800 FCFA pour les PEA et 411.600 FCFA pour les GEA. Les coûts de production sont respectivement de 62.200 FCFA pour les PEA et 96.950 FCFA pour les GEA. Les bénéfices nets par exploitation s'élèvent à 186.600 FCFA pour les PEA et 314.650 FCFA pour les GEA, soit un bénéfice net par ruche respectif de 4.665 FCFA et 4.495 FCFA.

Tableau 1
Résultats économiques de la production apicole

Résultats économiques	PEA	GEA
Recettes (FCFA) dont:	248.800	411.600
• Miel	228.000	378.000
• Cire	20.800	33.600
Coûts (FCFA) dont:	62.200	96.950
• Main-d'œuvre	57.000	87.500
• Amortissement des matériels	3.150	5.250
• Divers	2.050	4.200
Bénéfice net (FCFA)	186.600	314.650

Les résultats montrent que l'apiculture est une activité rentable pour les exploitations agricoles en zone cotonnière et constitue une source de revenu non négligeable. La spécialisation en apiculture permet donc d'améliorer les revenus à hauteur de 186.600 FCFA pour les PEA et 314.650 FCFA pour les GEA. Cette amélioration des revenus est importante par rapport à celle offerte par le coton qui est en moyenne de 42.300 FCFA (7). En outre, l'étude de la filière miel réalisée dans les savanes vivrières et cotonnières centrafricaines en 1999 par la FAO (9) montre que la production nationale de miel ne couvre qu'environ 30% de la demande annuelle estimée à 9.000 tonnes, ce qui prouve que le marché est loin d'être saturé. Aussi, la même étude met-elle en évidence 4 grandes sociétés à Bangui qui achètent et exportent la cire. Leur demande annuelle estimée à 1.400 tonnes demeure pour une grande part insatisfaite, la production nationale de cire estimée à 125 tonnes ne couvre que 9% de cette demande. Comme pour le miel, le marché de cire est très loin d'être saturé.

La spécialisation des exploitations agricoles en apiculture s'est révélée être une stratégie efficace pour améliorer le revenu monétaire des petits agriculteurs. Aussi, le miel constitue-t-il pour les apiculteurs une source non négligeable de calories puisque les PEA et GEA consomment respectivement 5% et 10% de la production sous forme de confiture, de sucre pour le café et la bouillie, etc... et un produit ayant des vertus médicamenteuses (2). Les revenus générés varient fortement entre les types. Le bénéfice des GEA est 1,69 fois supérieur à celui des PEA. Les niveaux de production et les taux de commercialisation étant plus ou moins similaires. Cet écart s'explique surtout par le nombre de ruches moyen (1,75 fois plus élevé dans les GEA que les PEA), ce qui implique la nécessité d'un nombre de ruches suffisant pour optimiser les revenus. A la production, le principal coût concerne la main-d'œuvre (91,7% du coût total pour les PEA et 90,3% pour les GEA) pour la confection des ruches et leur installation, l'entretien, la récolte et l'extraction du miel et de la cire. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre familiale pour la confection des ruches est

presque nul car elle se fait à temps perdu dans la soirée ou le week-end. En revanche pour les autres travaux, la main-d'œuvre peut constituer un facteur limitant puisque les apiculteurs cultivent aussi les vivriers. Le coût lié à l'amortissement des petits matériels utilisés dans le processus de production (machette, couteau, marmites, etc...) et aux divers ne dépasse pas 10% du coût total, il est de 5.200 FCFA pour les PEA et 9.450 FCFA pour les GEA. Ainsi, l'autofinancement pour se spécialiser en apiculture est à la portée de tout agriculteur. Cependant, les performances de la filière sont limitées à cause d'un certain nombre de contraintes tant au niveau de la production que de la commercialisation (1, 9).

L'inexistence d'une structure pouvant assurer l'encadrement et le suivi des activités apicoles depuis 1986 a eu comme conséquence la production de miel et de cire de moindre qualité due au traitement traditionnel chez les jeunes apiculteurs (10). La méconnaissance des techniques améliorées de récolte conduit à la destruction des abeilles. Les feux de brousse aux fins de chasse et la déforestation ont des effets néfastes sur les activités par la disparition des plantes mellifères et parfois des ruches installées trop bas (5, 11). A ces contraintes à la production, on note le manque d'informations sur les offres disponibles et les lieux de vente. Ainsi les consommateurs de miel et les exportateurs de cire manquent de produits alors qu'ils existent chez les apiculteurs et sont vendus à bas prix. Le même problème se pose pour les acheteurs potentiels, c'est-à-dire ceux qui ont les moyens d'acheter et

de transporter la cire pour les sociétés d'exportation à Bangui, dans les zones où celles-ci ne sont pas actives. Par ailleurs, environ 40% d'apiculteurs ne fabriquent pas la cire parce que soit, ils ignorent sa valeur sur le marché soit, il n'y pas de preneur régulier (9). En outre, plusieurs problèmes organisationnels empêchent le bon fonctionnement des marchés. Il s'agit de l'irrégularité et la faiblesse de l'offre, la dissémination des quantités, la détérioration de certains réseaux routiers, etc. qui augmentent les coûts de la collecte et découragent les collecteurs. La mise en place d'une politique apicole consistant à aplanir ces contraintes rendrait la filière apicole plus rentable.

Conclusion

La spécialisation des petits agriculteurs du bassin cotonnier en apiculture a eu un impact important sur leur revenu monétaire. Les résultats de l'étude montrent que la production apicole est une alternative à la production cotonnière et offre des perspectives intéressantes pour certaines exploitations agricoles. Même si certains agriculteurs ont été initiés aux techniques améliorées de traitement du miel par les projets apicoles dans les années 1980, aujourd'hui les agriculteurs spécialisés en apiculture ne bénéficient d'aucun appui. Le développement et la pérennisation de cette production passeront par la mise en place d'un dispositif institutionnel d'accompagnement adéquat des apiculteurs et leur structuration en organisations de producteurs pour améliorer le fonctionnement des marchés.

Références bibliographiques

1. Aversa S., 1989, Apicultural production and marketing study of the Ouham, Ouham-Pende and Nana-Mambere regions of the Central African Republic. AFRICARE, Bangui, 48 p.
2. Debold C. & Yambenza G.D., 1984, Bulletin apicole en République Centrafricaine. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Bangui, 11 p.
3. Dieye P.N., Faye A., Seydi M. & Cissé S.A., 2002, Production laitière périurbaine et amélioration des revenus des petits producteurs en milieu rural au Sénégal. Cahiers Agricultures, 11, 251-257.
4. Gafsi M. & Mbétid-Bessane E., 2001, Stratégies des producteurs de coton dans le contexte de libéralisation de la filière. Le cas de Centrafrique. Communication au colloque international «un produit, une filière, un territoire», Toulouse 21-23 mai 2001, 14 p.
5. Hebras R. & Batanga Y.M., 1983, Projet de développement régional de l'apiculture dans la sous-préfecture de Dékoa. Ministère du développement rural, Bangui, 25 p.
6. Mbétid-Bessane E., 2001, Le miel en Centrafrique: une ressource non négligeable. In: La lettre des savanes, n° 01/2001. 6 p.
7. Mbétid-Bessane E., 2002, Gestion des exploitations agricoles dans le processus de libéralisation de la filière cotonnière en Centrafrique. Thèse de doctorat (nouveau régime) en économie, Institut National Polytechnique de Toulouse, 317 p.
8. Mbétid-Bessane E. & Gafsi M., 2002, Crise cotonnière, évolution et différenciation des exploitations agricoles en Centrafrique. Communication au Colloque international «Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis», Garoua 27-31 mai 2002, 11.
9. Mbétid-Bessane E. & Yambenza G.D., 1999, Etude de la filière miel et cire dans les savanes vivrières et cotonnières de la République centrafricaine. Rapport de consultation, FAO/PNUD/ACDA, Bangui, 30 p.
10. Ndebalet B., 1997, Valorisation économique du secteur apicole en République centrafricaine. Mémoire de maîtrise en sciences économiques, Université de Bangui, 52 p.
11. Roche P., Dapepe A., Yabingui A., 1986, Projet de développement apicole de la préfecture de la Kémo-Ibingui. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Bangui, 31 p.

E. Mbétid-Bessane, Centrafricain, Docteur (nouveau régime) en économie, Enseignant au Département des sciences économiques de l'Université de Bangui, Chercheur au Pôle régional de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale. B.P. 1983 Bangui Centrafrique, Fax: (236) 61 78 90, E-mail: mbetid@hotmail.com

DANS LES UNIVERSITÉS...

UIT DE UNIVERSITEITEN...

IN THE UNIVERSITIES...

EN LAS UNIVERSIDADES...

Conséquences socio-économiques de la gestion des ressources naturelles: cas des pêcheries dans les lacs d'Ayamé et de Buyo (Côte d'Ivoire)

A.F. Vanga

Keywords: West Africa- Ivory Coast- Lakes Ayamé and Buyo- Socio-economy- Management Exploitation of fish resources- Rarefaction- Poverty- Conflicts.

Résumé

La pêche dans les lacs d'Ayamé et de Buyo est une activité économique rentable. La filière est contrôlée par des acteurs non-nationaux. L'essentiel de la production halieutique de ces deux lacs est fourni par des Cichlidae (tilapia). L'exploitation continue et non contrôlée des ressources halieutiques de ces lacs de barrages, pose des problèmes de gestion. Cela se caractérise par une absence de statistiques fiables et la non-application de la réglementation en vigueur en la matière.

Les conséquences qui en découlent, se sont traduites au niveau du plus ancien lac de barrage du pays (Ayamé), par une chute de la production et une disparition progressive du tilapia *Oreochromis niloticus* au profit d'un autre poisson du même groupe, *Sarotherodon melanotheron*. Au plan socio-économique, on observe une baisse du revenu des acteurs de la filière pêche, un renchérissement du prix d'achat du poisson, et une mobilité des pêcheurs. Au niveau du lac de Buyo qui est le plus récent grand barrage hydroélectrique, l'exploitation des ressources halieutiques connaît une stabilité. Mais, la gestion actuelle de ce plan d'eau laisse présager à long terme, des effets similaires à ceux du lac d'Ayamé.

Sur les deux plans d'eau considérés, la volonté chez les différents acteurs de la pêche de contrôler l'exploitation des ressources a entraîné une lutte et des situations de conflit. Au lac d'Ayamé, l'effondrement des stocks de poissons disponibles et le manque de confiance dans les autorités coutumières et administratives, ont contribué à aggraver le conflit qui a valu l'expulsion définitive des non-nationaux du lac en 1998. Cette situation a eu pour conséquences, une paupérisation de certains acteurs de la filière pêche, une faible disponibilité en poissons du lac, un renchérissement du prix des ressources halieutiques sur les marchés et un déclin du niveau économique de la zone concernée. Au niveau de l'exploitation de la ressource, la pression exercée par les pêcheurs ivoiriens sur certaines espèces, est considérable. Des alevins composés pour la plupart, de *Chrysichthys* sp., constituent les principales captures de la pêche commerciale, environ huit mois dans l'année.

Summary

Socio-economic Consequences of Natural Resources Management: Case of Fisheries in Lakes Ayamé and Buyo (Ivory Coast)

Fishing in lakes Ayamé and Buyo is a profitable economic activity. The fishing channel is controlled by non-nationals. The main part of those two lakes fish production is dominated by Cichlidae (tilapia). The continuous and non-controlled exploitation of fish resources of those man-made lakes leads to management problems. It's characterized by a lack of reliable statistics and the non-application of current regulation.

The consequences for the oldest lake of the country (Ayamé) are the fall in production and gradual disappearance of tilapia *Oreochromis niloticus* for another fish of the same group, *Sarotherodon melanotheron*. In the socio-economic field, there are a fall in fishing actors' income, an increase in the price of fish and fishermen's mobility. In lake Buyo which is the most recent big hydroelectric man-made lake, fish exploitation is stable. But, the present management of that stretch of water could in the long run, lead up to lake Ayamé's fishing effects.

On the two lakes, the different fishing actors' will to control the exploitation of the resources led to struggle and conflict situations. At lake Ayamé, the slump in fish stocks and the lack of trust in customary and administrative authorities, contributed to worsen the conflict which led to the definitive deportation of non-nationals from lake Ayamé in 1998. The consequences of that situation are the poverty of some fishing actors, a low availability of the lake fishes, an increase in the prices of fish on markets and a decline in the economic level of that area. Concerning the exploitation of the resource, the influence of ivoirian fishermen on some species, is significant. Young fishes that are mainly made up of *Chrysichthys* sp., represent the essential catching of commercial fishing, during about eight month out of twelve.

Date de présentation: 10 novembre 2001/ Date of presentation: November 10, 2001

Langue de présentation/Language: Français/ French

Lieu de présentation/ University of presentation: Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire)

Nombre de pages/ Number of pages: 210

Nombre de références bibliographiques/ Number of bibliographic references: 87

Nombre de figures/ Number of figures: 28

Nombre de tableaux/ Number of tables: 22

Nombre d'annexes/ Number of annexes: 4 (43 pages)

Composition du jury de thèse/ Composition of the thesis committee:

M. Kouakou	N'guessan F.	<i>Professeur</i> , Université de Bouaké	Président
M. Aidara	Daouda	<i>Professeur</i> , Université d'Abobo-Adjamé	Membre
M. Sissoko	Alain	<i>Professeur</i> , Université de Cocody	Membre
M. Affou	Yapi Simplicie	<i>Directeur de Recherches</i> , IRD Abidjan	Co-Promoteur
M. Gourène	Germain	<i>Professeur</i> , Université d'Abobo-Adjamé	Co-Promoteur
M. Gnakri	Dago	<i>Maître de Conférences</i> , Université d'Abobo-Adjamé	Membre
M. Ibo	Guéhi Jonas	<i>Chargé de Recherches</i> , Université d'Abobo-Adjamé	Membre

Résultat: Doctorat ès Science et Gestion de l'Environnement/ Results: PhD of Sciences and Environment Management

Adresse de contact

Professeur G. Gourène, Vice-Président de l'Université d'Abobo-Adjamé

02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Tél. bur.: Secrétariat: (225) 20 30 42 15

Direct: (225) 20 30 42 16

Mail : gourene@hotmail.com

A. F.Vanga, Enseignant-Chercheur, Université de Bouaké (Côte d'Ivoire), 27 BP 199 Abidjan 27, af_vanga@yahoo.fr

ORGANISATIE

Aard van de verantwoordelijke organisatie voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA.

De v.z.w. Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandsontwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijk en informatief tijdschrift "Tropicultura" dat gewijd is aan de plattelandsproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijks uitgegeven met de steun van de Directie-Generaal Internationale Samenwerking (D.G.I.S.), Belgische Ministerie van Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel en Internationale Samenwerking en met de steun van de Regio Brussel.

De v.z.w. Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain- La- Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent en Liège), het Departement Tropische Dierengezondheid van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon), de Directie-Generaal Internationale Samenwerking.

Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Vercruyse, Voorzitter, Dr Ir G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr E. Thys, Secretaris, Professor Dr B. Losson, Schatbewaarder, Ere-Professor Dr Ir J. Hardouin, Lid en Ir F. Maes, Wetenschappelijk Medewerker.

Redactiecomité

Het Redactiecomité van TROPICULTURA is samengesteld uit Dr Ir G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteurs Professor Dr J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Dr E. Thys, Dierenproductie en Fauna, Professor Dr Ir P. van Damme, Land- en Bosbouw, Professor Dr J. Vercruyse, Dierengezondheid. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Secretariaat behandeld.

Redactiesekretariaat

Bolwerksquare 1A, B-1050 Brussel – België – Telefoon : ++32.02.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.02.514 72 77

Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net – Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Bedeling

Tropicultura wordt gratis verdeeld op schriftelijk verzoek bij het Secretariaat

DRAAGWIJDTE VAN HET TIJDSCHRIFT

TROPICULTURA publiceert oorspronkelijke artikels, onderzoeksnota's en overzichten, samenvattingen van boeken en thesen en besprekingen van films en audiovisuele hulpmiddelen die betrekking hebben tot alle domeinen aan plattelandsontwikkeling gebonden : planten- en dierenproducties, diergeneeskundige wetenschappen, bosbouw, bodemkunde, agrarische bouwkunde, milieuwetenschappen, bio-industrie voedingsmiddelenindustrie, sociologie en economie.

INSTRUCTIES VOOR DE AUTEURS

De thema's van de artikels die in Tropicultura gepubliceerd worden hebben betrekking tot alle onderwerpen die te maken hebben met plattelandsontwikkeling en duurzaam milieubeheer in warme streken van de planeet. Voorrang wordt gegeven aan artikels die een origineel onderwerp uitmaken en een zo breed mogelijk reikwijdte hebben, met andere woorden waarvan de inhoud vooral betrekking heeft tot methodologische aspecten die in een zo breed mogelijke waaier milieus of regio's van de wereld over te brengen zijn. Een bijzonder accent wordt eveneens gelegd op de betrouwbaarheid van de gepubliceerde informatie, meer bepaald, wanneer het over experimentele resultaten gaat, op het aantal herhalingen in tijd en ruimte van de proeven die aan de basis liggen van de bekomen gegevens.

De manuscripten moeten origineel zijn en mogen niet reeds voorgelegd zijn geweest of gelijktijdig voorgelegd worden voor publicatie. Ze mogen in één van de vier volgende talen geschreven worden: Engels, Spaans, Frans en Nederlands.

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het beroepsadres van alle auteurs en gebeurlijk de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een "*" gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoon- en faxnummers en zijn elektronisch adres.

De volgende pagina's houden volgende elementen in: (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen; (ii) de hoofdinhoud van de tekst; (iii) de literatuurlijst; (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers; (v) de figuren die op de achterzijde ondubbelzinnig genummerd moeten zijn (vi) de legendes van de tabellen en de figuren. Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd. De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen contrastrijk te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier.

Slechts medeauteurs die zich schriftelijk akkoord verklaard hebben met het vermelden van hun naam op een manuscript, worden in de eindversie van het artikel in Tropicultura ook expliciet vermeld. De schriftelijke verklaringen van de medeauteurs met betrekking tot dit punt kunnen per gewone post of per e-mail naar het Redactiecomité opgestuurd worden. De voogdij instelling van de auteurs wordt verondersteld haar toestemming te hebben gegeven voor elke publicaties in Tropicultura. Agri-Overseas wijst elke verantwoordelijkheid af in deze materie.

De eerste indiening van een artikel bij de Redactie gebeurt op papier of op elektronische drager. In de mate van het mogelijke zal de auteur, na goedkeuring van het artikel voor publicatie, zijn laatste, herziene en verbeterde versie op computerdiskette of als attachment van een Email opsturen. Het programma Word wordt aanbevolen, maar een ASCII of RTF versie van de bestanden wordt aanvaard.

In het algemeen wordt de tekst ingedeeld in: inleiding, materiaal en methodes, resultaten, discussie, besluit. De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus. Ondertitels dienen kort en in kleine letters te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

De referenties worden in de tekst door nummers tussen haakjes vermeld. In geval van citatie van verschillende referenties zullen de nummers in groeien- de volgorde vermeld worden.

De literatuurlijst wordt alfabetisch gerangschikt op basis van de namen van de auteurs en chronologisch voor dezelfde auteur. De referenties zullen doorlopend genummerd worden beginnend met het cijfer 1.

Artikels uit tijdschriften worden in de literatuurlijst als volgt gerefereerd: namen van auteur(s) gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, de naam van het tijdschrift, het nummer van het volume (onderlijnd), de nummers van eerste en laatste bladzijde door een streepje verbonden.

Voorbeeld : Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. 33, 157 - 222.

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje 'In:', de editorsnamen gevolgd door '(editors)'. *Titel van het boek* (cursief), volume of uitgave (indien meerdere), naam en lokatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk.

Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek. Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

Voorbeeld: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease a prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders pp 613-632, in : B.W. Volks & S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders, Plenum, New York, 205 p.

Een persoonlijke mededeling wordt in de tekst als volgt vermeld: initialen en naam, persoonlijke mededeling, (jaartal). Voorbeeld: (W.R. Allan, persoonlijke mededeling, 1988). Deze referentie wordt niet opgenomen in de literatuurlijst.

Voor de referenties zonder auteur wordt in het nummer in de tekst vermeld en in de literatuurlijst: Anonymus (jaartal). Titel. Bron (waar men de gegevens kan terugvinden).

Het Redactiecomité behoudt zich het recht artikels die niet aan de voorafgaande instructies beantwoorden af te wijzen. De artikels zullen aan één of meer door de redactie gekozen referees voorgelegd worden. Deze referees blijven onbekend voor de auteurs.

In geval van aanvaarding zal de Redactie van elk van de verschillende auteurs van een artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2004 Vol. 22 N° 3

Four issues a year (July- August- September)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Behaviour Study of Tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. and Red Pepper *Capsicum annum* L. Crops under Greenhouse Conditions Conducted in Single and Twinned Rows (*in French*)
K. Ben Mbarek & A. Boujelben 97
- Study of Marketing Margins in Pig Marketing Channels in Cameroon (*in French*)
G. Ndébi, Bernadette Dia Kamgnia & J. Tchoumboué 104
- Application of Ultrasonography to the Investigation of Follicular Dynamic in Synchronized 'Goudali' Zebu Females (*in French*)
W. Pitala, H. Boly, M. Zongo, I. Coulibaly, Noelita M. Sousa, L. Sawadogo, P. Leroy & J.F. Beckers. 110
- Evidence for Non-Transmission of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) through Rice Seed (*in English*)
M.E. Abo, M.D. Alegbejo, A.A. Sy & A. Afolabi 116
- Effects of Crop Sanitation and Ridomil MZ Applications on Late Blight Severity and Tomato Yields in Cameroon (*in English*)
D.A. Fontem, P.C. Younyi & M.N. Suh 122
- The Edible Ivorian Snails: Effects of Some Vegetables, Concentrated Diets and Dietary Calcium on the Growth of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in Indoor Rearing (*in French*)
A. Otchoumou, Mathilde Dupont-Nivet & H. Dosso 127
- Reproductive and Mortality Characters of Young Toronké Sheep on the Animal Research Station of Kayes (*in French*)
A. Kouriba, H. Nantoumé & D. Togola 134
- Inventory and Identification of Melliferous Plants of the Soudano-guinean Western Highlands of Cameroon (*in French*)
Delphine Nguemo Dongock, J. Foko, J.Y. Pinta, L.V. Nguou, J. Tchoumboué & P. Zango 139
- Physiological Response of Local and Saanen x Local Cross Goats during the Late Rainy Season in North-eastern Brazil (*in English*)
D. Rondina, V.J.F. Freitas, E.S. Lopes Júnior, S. Mura, P. Degli & A. Giorgetti 146
- Research and Comparative Study of Proteasic Activities of Neutral Castes of Termite *Macrotermes subhyalinus* (Termitidae, Macrotermitinae) and its Symbiotic Fungus *Termitomyces* sp. (*in French*)
L.P. Kouamé, P.A. Yapo, S.L. Niamké & A. Kamenan 151
- ### TECHNICAL NOTES
- Beekeeping, Income Diversification Source for Small Farmers: Case of the Cotton Basin in Central African Republic (*in French*)
E. Mbétid-Bessane 156
- ### IN THE UNIVERSITIES...
- Socio-economic Consequences of Natural Resources Management: Case of Fisheries in Lakes Ayamé and Buyo (Ivory Coast) (*in French*)
A.F. Vanga 159

TROPICULTURA IS A PEER-REVIEWED JOURNAL INDEXED BY AGRIS, CABI AND SESAME

